

UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE
COMPOSTELA



ESCOLA TÉCNICA SUPERIOR DE ENXEÑARÍA

Desarrollo de un sistema de seguimiento extrahospitalario de pacientes con Enfermedad Inflamatoria Intestinal

Autor:

Cristina Sánchez Barreiro

Directores:

Paulo Félix Lamas

Jorge Rodríguez Graña

Grao en Enxeñaría Informática

Xullo 2016

Traballo de Fin de Grao presentado na Escola Técnica Superior de Enxeñaría
da Universidade de Santiago de Compostela para a obtención do Grao en
Enxeñaría Informática



D. Paulo Félix Lamas, Profesor del Departamento de Electrónica y Computación de la Universidad de Santiago de Compostela, y **D. Jorge Rodríguez Graña**, jefe de proyecto en el área de eHealth de everis Coruña,

INFORMAN:

Que la presente memoria, titulada *Desarrollo de un sistema de seguimiento extrahospitalario de pacientes con Enfermedad Inflamatoria Intestinal*, presentada por **D. Cristina Sánchez Barreiro** para superar los créditos correspondientes al Trabajo de Fin de Grado de la titulación de Grao en Enxeñaría Informática, se realizó bajo nuestra dirección en el eHealth Joint Knowledge Centre de Santiago de Compostela.

Y para que así conste a los efectos oportunos, expiden el presente informe en Santiago de Compostela, a 6 de julio de 2016:

El director,

El codirector,

La alumna,

Paulo Félix Lamas Jorge Rodríguez Graña Cristina Sánchez Barreiro

Agradecimientos

A mis padres, mi hermana y los Patatatroncos, porque sin ellos no hubiese sido posible.

A Álvaro, por sus ánimos y por confiar en mí más que yo misma.

A mis tutores, Paulo y Jorge, por haberme echado una mano siempre que lo he necesitado.

A everis Coruña, por haberme dado la oportunidad de realizar este proyecto.

A Carlos Dabarca, Fabián, Yago, Ana, Sol, Adam y Adrián, por sus ánimos, ayuda y apoyo.

A Patricia, Lucía, Víctor, Alejandro, Pablo, Carlos Lamosa y Pilar, por echarme una mano desde la distancia.

A Iago, por haber contado conmigo para la realización de este proyecto.

Índice general

1. Introducción	1
1.1. La Enfermedad Inflamatoria Intestinal	3
1.1.1. Causas de la enfermedad de Crohn y la colitis ulcerosa . .	4
1.1.2. Evolución de la enfermedad	4
1.1.3. Perfil del paciente	4
1.1.4. El papel de los cuestionarios	5
1.1.5. Problemática	6
1.1.6. Estado actual	6
1.1.7. Motivación del proyecto	6
1.2. Objetivos Generales	7
1.3. Organización del documento	8
2. Gestión del proyecto	11
2.1. Gestión de riesgos	13
2.1.1. Medidores de riesgo	13
2.1.2. Activos	15
2.1.3. Riesgos	16
2.2. Metodología de desarrollo	23
2.2.1. Metodología iterativa e incremental	24
2.3. Gestión de la configuración	27
2.3.1. Control del código fuente	27
2.3.2. Control de la documentación	27
2.3.3. Control de la memoria del Trabajo Fin de Grado	28
2.4. Planificación temporal	28
2.4.1. Estructura de Descomposición del Trabajo	29
2.4.2. Fases principales del proyecto	29
2.5. Gestión de RRHH y costes	31
2.5.1. Recursos humanos	31
2.6. Enunciado del alcance	34
2.6.1. Descripción del alcance del proyecto	34
2.6.2. Criterios de aceptación del producto	34
2.6.3. Entregables del proyecto	34
2.6.4. Exclusiones del proyecto	35

2.6.5.	Supuestos del proyecto	35
3.	Análisis de requisitos	37
3.1.	Casos de uso del sistema	39
3.2.	Descripción de los actores del sistema	39
3.3.	Descripción de casos de uso	39
3.4.	Requisitos funcionales	54
3.4.1.	Identificación de requisitos funcionales	54
3.4.2.	Especificación de requisitos funcionales	56
3.5.	Matriz de trazabilidad	66
3.6.	Requisitos no funcionales	66
3.6.1.	Requisitos del producto	66
3.6.2.	Requisitos de eficiencia	70
3.6.3.	Requisitos externos	70
3.7.	Restricciones de diseño	71
3.8.	Seguridad	73
4.	Diseño	75
4.1.	Arquitectura del sistema	77
4.1.1.	Ventajas del modelo cliente-servidor	77
4.1.2.	Desventajas del modelo cliente-servidor	79
4.1.3.	Justificación de la elección	79
4.2.	Patrones de diseño	79
4.2.1.	Patrón MVC	79
4.2.2.	Patrón DTO	80
4.2.3.	Patrón DAO	82
4.3.	Subsistema servidor	82
4.4.	Subsistema aplicación web	83
4.5.	Subsistema aplicación móvil	83
4.6.	Base de datos	88
4.7.	Diagramas de secuencia	88
4.8.	Análisis de tecnologías	94
4.8.1.	Sistema operativo	94
4.8.2.	Sistema Gestor de Bases de datos	94
4.8.3.	Seguimiento de incidencias	97
4.8.4.	Entorno de desarrollo	97
4.8.5.	Comunicación entre sistemas	97
4.8.6.	Librería de gráficos	97
4.8.7.	Acceso a datos	98
4.8.8.	Inyección de dependencias	99
4.8.9.	Librería de serialización/deserialización	99

5. Desarrollo	101
5.1. Organización del trabajo	103
6. Pruebas	107
6.1. Proceso de pruebas	109
6.1.1. Pruebas unitarias	109
6.1.2. Pruebas de integración	117
6.1.3. Pruebas de sistema	117
6.1.4. Evaluación de usabilidad	118
7. Conclusiones y trabajo futuro	119
7.1. Conclusiones	121
7.2. Trabajo futuro	122
A. Manual de despliegue	123
A.1. Componentes de la instalación	125
A.1.1. Cliente	125
A.1.2. Servidor	125
A.1.3. Base de datos	125
A.2. Procedimiento de instalación	125
A.2.1. Cliente	126
A.2.2. Servidor	126
A.2.3. Base de datos	127
A.3. Procedimiento de desinstalación	127
A.4. Configuración de la redirección de puertos	127
B. Manual de usuario - Aplicación web	131
B.1. Introducción	133
B.2. Inicio de sesión	133
B.3. Vista de pacientes	133
B.3.1. Detalles del paciente	134
B.4. Gestión de cuestionarios	136
B.4.1. Detalles del cuestionario	137
B.4.2. Creación de cuestionarios	139
C. Manual de usuario - Aplicación móvil	145
C.1. Introducción	147
C.2. Inicio de sesión	147
C.3. Pantalla principal	148
C.4. Menú de opciones	149
C.5. Ayuda	150
C.6. Selección de cuestionarios	151
C.7. Responder cuestionarios	152

D. Relación de documentos anexos	157
Bibliografía	161

Índice de figuras

1.1. Fases de la EII	3
1.2. Clasificación según el índice de actividad (SCCAI)	6
2.1. EDT	30
3.1. Diagrama de casos de uso del sistema	40
4.1. Arquitectura del sistema	77
4.2. Arquitectura del sistema a bajo nivel	78
4.3. Arquitectura Modelo-Vista-Controlador	80
4.4. Patrón DTO	81
4.5. Patrón DAO	82
4.6. CuestionarioService	84
4.7. LineChartEngine	85
4.8. EstadoService	85
4.9. PacienteService	85
4.10. PatologiaService	85
4.11. RespuestaService	86
4.12. MasterService	86
4.13. RespuestaCuestionarioService	87
4.14. UmbralService	88
4.15. PreguntaService	89
4.16. CuestionarioRespondidoService	90
4.17. Diagrama de clases de la aplicación web	91
4.18. Diagrama de clases de la aplicación móvil	92
4.19. Diagrama de clases de los servicios REST	93
4.20. Diagrama entidad-relación	93
4.21. Diagrama de secuencia del caso de uso Crear Cuestionario	95
4.22. Diagrama de secuencia del caso de uso Responder Cuestionario	96
A.1. Configuración de la redirección de puertos	129
A.2. Configuración de la redirección de puertos	129
B.1. Pantalla de inicio de sesión	133
B.2. Pantalla de vista de pacientes	134

B.3. Pantalla de vista detalles del paciente	135
B.4. Pantalla de histórico	136
B.5. Pantalla de gestión de cuestionarios	137
B.6. Pantalla de gestión de cuestionarios activos	138
B.7. Pantalla de gestión de cuestionarios bloqueados	139
B.8. Bloque inicial de la pantalla de creación de cuestionarios	140
B.9. Bloque de creación de preguntas de la pantalla de creación de cuestionarios	141
B.10. Bloque de revisión de preguntas de la pantalla de creación de cues- tionarios	142
B.11. Bloque de cálculo de puntuaciones de la pantalla de creación de cuestionarios	143
C.1. Pantalla de inicio de sesión	148
C.2. Pantalla principal de la aplicación	149
C.3. Menú de opciones de la aplicación	150
C.4. Pantalla de ayuda	151
C.5. Selección de cuestionarios	152
C.6. Respuesta única	153
C.7. Respuesta múltiple	153
C.8. Respuesta numérica	154
C.9. Pantalla de puntuaciones	155

Índice de cuadros

2.1. Valoración del impacto	14
2.2. Valoración de la probabilidad	14
2.3. Nivel de exposición al riesgo	15
2.4. Fallo de seguridad lógica	16
2.5. Avería del hardware	17
2.6. Robo de material	17
2.7. Cambio en los requisitos	18
2.8. Incumplimiento de los plazos de entrega	18
2.9. Mala especificación de requisitos	19
2.10. Diseño incorrecto	19
2.11. Retraso en la autorización de la prueba piloto	20
2.12. Retrasos burocráticos internos	20
2.13. No detección de riesgos importantes	21
2.14. Planificación demasiado optimista	21
2.15. Fallo en las comunicaciones	22
2.16. El cliente no está disponible para la reunión	22
2.17. Recorte del tiempo disponible para el proyecto	23
2.18. Baja por enfermedad	23
2.19. Recursos humanos	32
2.20. Coste RRHH	32
2.21. Costes materiales	32
2.22. Coste total del proyecto	34
3.1. Iniciar sesión facultativos	42
3.2. Crear cuestionario	42
3.3. Bloquear cuestionario	44
3.4. Desbloquear cuestionario	45
3.5. Eliminar cuestionario	46
3.6. Listar cuestionarios	47
3.7. Listar pacientes	48
3.8. Mostrar gráfico de puntuaciones	49
3.9. Mostrar tabla de puntuaciones	50
3.10. Modificar frecuencia	51
3.11. Cerrar sesión facultativos	52

3.12. Iniciar sesión pacientes	52
3.13. Responder cuestionario	53
3.14. Cerrar sesión pacientes	54
3.15. Asignar nombre a cuestionario	56
3.16. Asignar tipo a cuestionario	56
3.17. Asignar patología a cuestionario	57
3.18. Asignar patrón a cuestionario	57
3.19. Asignar frecuencia a cuestionario	57
3.20. Asignar pregunta a cuestionario	58
3.21. Asignar tipo a pregunta	58
3.22. Asignar respuesta a pregunta	58
3.23. Asignar umbrales a cuestionario	59
3.24. Validar umbrales	60
3.25. Guardar cuestionario	60
3.26. Bloquear cuestionario	60
3.27. Desbloquear cuestionario	61
3.28. Eliminar cuestionario	61
3.29. Iniciar sesión facultativos	61
3.30. Listar cuestionarios	61
3.31. Listar pacientes	62
3.32. Obtener histórico de puntuaciones	62
3.33. Modificar frecuencia	62
3.34. Cerrar sesión facultativos	62
3.35. Recuperar tipos de cuestionario	63
3.36. Recuperar patologías	63
3.37. Recuperar cuestionarios por tipo	63
3.38. Recuperar cuestionarios por patología	63
3.39. Recuperar cuestionarios por paciente	64
3.40. Listar preguntas y respuestas	64
3.41. Guardar cuestionario respondido	64
3.42. Iniciar sesión pacientes	64
3.43. Calcular puntuación	65
3.44. Asignar estado	65
3.45. Cerrar sesión pacientes	65
3.46. Recuperar datos de cuestionario	65
3.47. Matriz de trazabilidad CU-RF	67
3.48. Localización material	68
3.49. Facilidad de comprensión	68
3.50. Localización de funcionalidades	68
3.51. Documentación eficaz	69
3.52. Documentación prescindible	69
3.53. Coherencia orden botones	69
3.54. Coherencia texto acciones	69

3.55. Tiempo de respuesta	70
3.56. Internacionalización	70
3.57. Cumplimiento LOPD	71
3.58. Plataforma	71
3.59. Compatibilidad	71
3.60. Framework de desarrollo - ehCOS	72
3.61. Framework de desarrollo - ehCOS mobile	72
3.62. Framework de desarrollo - ZK	72
3.63. lenguaje de programación - Java	72
3.64. Versión de Java - 1.6	73
6.1. Recuperar cuestionario existente	110
6.2. Recuperar cuestionario no existente	110
6.3. Guardar cuestionario	111
6.4. Guardar cuestionario con id ya existente	111
6.5. Guardar cuestionario sin nombre	111
6.6. Guardar cuestionario sin patología	112
6.7. Guardar cuestionario sin preguntas	112
6.8. Guardar cuestionario sin respuestas	112
6.9. Guardar cuestionario sin tipo	113
6.10. Bloquear cuestionario existente	113
6.11. Bloquear cuestionario no existente	113
6.12. Desbloquear cuestionario existente	114
6.13. Desbloquear cuestionario no existente	114
6.14. Modificar frecuencia	114
6.15. Modificar frecuencia cuestionario no existente	115
6.16. Modificar frecuencia cuestionario con frecuencia negativa	115
6.17. Eliminar cuestionario	115
6.18. Eliminar cuestionario no existente	116
6.19. Guardar cuestionario respondido	116
6.20. Guardar cuestionario respondido sin paciente	116
6.21. Guardar cuestionario respondido sin puntuación	117
6.22. Guardar cuestionario respondido sin paciente	117
6.23. Creación/recuperación de cuestionarios	118
6.24. Respuesta/consulta de cuestionarios	118

Capítulo 1

Introducción

1.1. La Enfermedad Inflamatoria Intestinal	3
1.1.1. Causas de la enfermedad de Crohn y la colitis ulcerosa	4
1.1.2. Evolución de la enfermedad	4
1.1.3. Perfil del paciente	4
1.1.4. El papel de los cuestionarios	5
1.1.5. Problemática	6
1.1.6. Estado actual	6
1.1.7. Motivación del proyecto	6
1.2. Objetivos Generales	7
1.3. Organización del documento	8

1.1. La Enfermedad Inflamatoria Intestinal

La Enfermedad Inflamatoria Intestinal engloba dos patologías, la colitis ulcerosa y la enfermedad de Crohn. Ambas se caracterizan por ser enfermedades autoinmunes, inflamatorias y crónicas, que evolucionan en brotes (fases activas) y periodos de remisión (fases inactivas) [1]. Ambas alteran la capacidad del organismo para digerir alimentos y absorber nutrientes, y comparten además características clínicas y patológicas. Sus síntomas más comunes son diarrea, sangre en las heces, cansancio, dolor abdominal, pérdida de apetito, pérdida de peso y fiebre.

La figura 1.1 muestra la evolución en brotes de la Enfermedad Inflamatoria Intestinal.

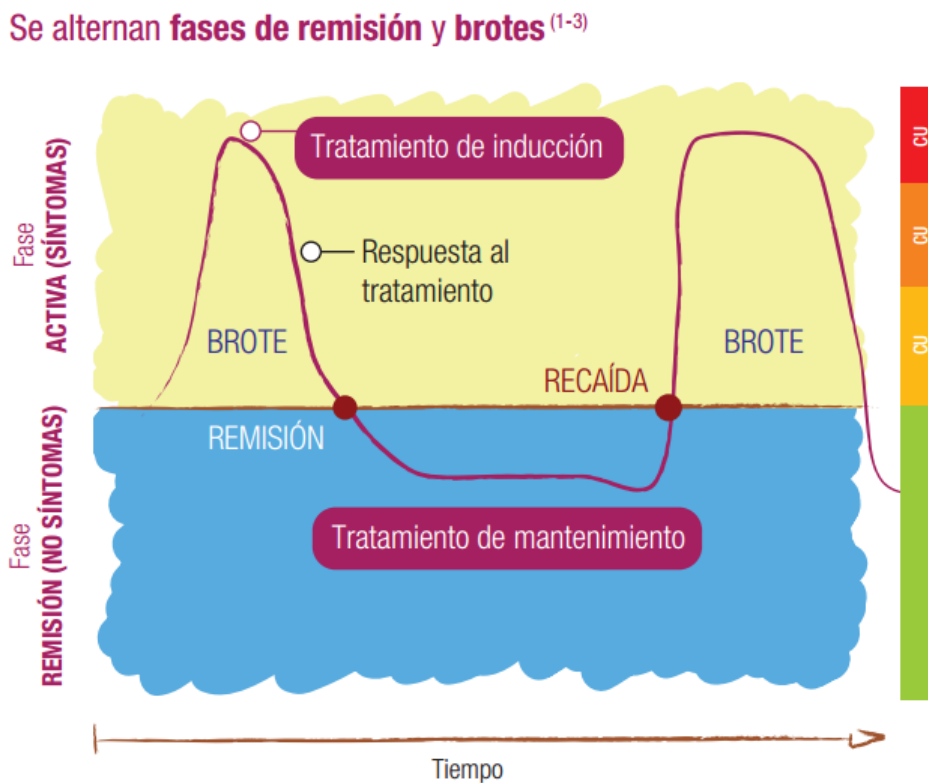


Figura 1.1: Fases de la EII

Sin embargo, existen diferencias entre ambas patologías. La más notable es la zona de afectación, ya que, mientras que la colitis ulcerosa se caracteriza por lesiones crónicas en la pared del colon, la enfermedad de Crohn puede aparecer en cualquier parte del aparato digestivo, desde la boca hasta el ano. No es posible padecer ambas patologías al mismo tiempo, aunque en algunos casos es difícil

determinar cuál de las dos patologías padece un paciente, en cuyo caso se usa el término colitis indeterminada.

1.1.1. Causas de la enfermedad de Crohn y la colitis ulcerosa

Se desconoce la causa que origina la aparición de la EII, aunque se cree que puede deberse a la interacción de factores genéticos, ambientales y a cambios en la microbiota intestinal. Sin embargo, algunos datos indican que:

- La EII es más común en los países desarrollados y en las zonas urbanas
- España ha aumentado el número de casos de EII en las últimas décadas
- Puede afectar a cualquier raza o grupo étnico
- Afecta por igual a hombres y a mujeres
- Pueden diagnosticarse a cualquier edad, pero con mayor frecuencia antes de los 30 años
- La enfermedad de Crohn se ha duplicado en niños menores de 10 años desde 1996.

1.1.2. Evolución de la enfermedad

Tanto la enfermedad de Crohn como la colitis ulcerosa son patologías crónicas sin tratamiento definitivo. Sin embargo, disponen de tratamientos paliativos. La evolución de estas patologías puede variar en función de los tratamientos administrados, y algunos de ellos han demostrado producir cambios positivos en el pronóstico y evolución de la enfermedad a corto y largo plazo.

No obstante, la eficacia de estos medicamentos varía de unos pacientes a otros y a veces es necesario probar con diferentes medicamentos hasta dar con el más efectivo para el paciente, por lo que es necesario realizar un seguimiento exhaustivo una vez se empieza el tratamiento con un nuevo medicamento, para así poder medir la eficacia del mismo.

1.1.3. Perfil del paciente

La enfermedad de Crohn y la colitis ulcerosa son enfermedades que se manifiestan en edades tempranas, situándose la media de diagnóstico alrededor de los 30 años, aunque el número de casos que aparecen en edad pediátrica aumenta cada año. Actualmente, la mitad de los pacientes que padecen estas enfermedades son adultos jóvenes entre 20 y 39 años, y un 25 % de los pacientes inician el proceso inflamatorio antes de los 20 %.

Concretamente, España es uno de los países desarrollados donde se concentra una mayor proporción de pacientes con edades comprendidas entre los 20 y los 29 años [2].

Estas enfermedades producen un gran impacto en la calidad de vida de sus pacientes, afectando tanto a su desarrollo personal como profesional. De manera detallada, un 74 % de los pacientes declara estar altamente afectado por la sensación de evacuación incompleta; a un 72 % les preocupa la diarrea, y el 46 % afirma que la enfermedad Intestinal Inflamatoria le provoca demasiada fatiga y cansancio para llevar a cabo sus actividades diarias con normalidad.

1.1.4. El papel de los cuestionarios

Los cuestionarios de autocontrol consisten en una serie de preguntas y posibles respuestas que ayudan a identificar problemas o necesidades de cada persona, a partir de la percepción que se tiene de la propia enfermedad.

Con estos cuestionarios, pueden evaluarse diferentes aspectos que se pueden ver afectados por la presencia de la enfermedad y que pueden afectar al paciente en diferentes ámbitos como sintomatología, aspectos funcionales, afectación psicológica o emocional, o actividades sociales, valorados desde la perspectiva de quien padece la enfermedad.

Los cuestionarios que se realizan a pacientes con Enfermedad Inflamatoria Intestinal pueden clasificarse en tres grandes grupos:

- Adherencia
- Seguimiento clínico
- Calidad de vida

Los cuestionarios de adherencia permiten medir el nivel de adherencia de un paciente a la medicación, esto es, permite evaluar si el paciente está tomando su medicación de manera correcta. Por otro lado, el cuestionario de seguimiento clínico permite evaluar la actividad de la enfermedad, para determinar si el paciente se encuentra en un periodo de remisión o de brote. Por último, el cuestionario de calidad de vida permite evaluar el estado general del paciente.

Estos datos complementan la información de las pruebas clínicas y de la consulta médica, integrados en una estrategia de tratamiento más amplia, que pretende además de obtener la remisión clínica de la enfermedad, disminuir el número de complicaciones e incrementar la calidad de vida del paciente [3].

Además, la integración del paciente en el proceso de su enfermedad, el tomar conciencia de ciertos aspectos u síntomas, puede facilitar la comprensión y aceptación del proceso, mejorando la adherencia al tratamiento y la relación con su médico, al asumir parte de responsabilidad con respecto a la enfermedad.

1.1.5. Problemática

Los pacientes con Enfermedad Inflamatoria Intestinal suponen una alta carga para el sistema sanitario, ya que deben acudir a consulta con una frecuencia muy alta. Sin embargo, según relata el cliente, muchas de estas visitas no se realizan con el objetivo de practicar ninguna prueba clínica, sino que en muchas ocasiones sólo se realizan cuestionarios de seguimiento, que permiten evaluar la evolución de la patología en base a una serie de preguntas sobre el estado de salud del paciente. Así, el hecho de poder realizar estos cuestionarios fuera de la consulta, permitiría reducir en gran medida la carga asistencial del sistema sanitario.

1.1.6. Estado actual

Actualmente, existen varios cuestionarios clínicos que han sido validados para su uso fuera de consulta, al considerarse que los resultados obtenidos tienen un alto nivel de coherencia con las exploraciones realizadas por facultativos. Ejemplo de esto son los cuestionarios SCCAI [4, 5], P-SCCAI [6], CDAI [7] y Harvey-Bradshaw [8]. Los dos primeros se emplean para el seguimiento de pacientes con colitis ulcerosa, mientras que los dos últimos se utilizan en el seguimiento clínico de pacientes con enfermedad de Crohn.

VARIABLES											
Número de deposiciones diarias		Presencia de sangre en heces		Deposiciones nocturnas		Urgencia defecatoria		Manifestaciones extraintestinales		Estado general	
	PUNTUACIÓN		PUNTUACIÓN		PUNTUACIÓN		PUNTUACIÓN		PUNTUACIÓN		PUNTUACIÓN
1-3	0	No	1	No	0	No	0	Uveitis	3	Excelente	0
4-6	1	Poca	2	1-3	1	Rápido	1	Eritema	3	Bueno	1
7-9	2	Mucha	3	4-6	2	Inmediato	2	Artritis	3	Regular	2
>9	3					Incontinencia	3			Malo	3
										Pésimo	4

Figura 1.2: Clasificación según el índice de actividad (SCCAI)

Existen en el mercado algunas aplicaciones que permiten a los pacientes con Enfermedad Inflamatoria Intestinal la realización de cuestionarios desde su domicilio, lo que les permite conocer su estado, como myIBD [9], desarrollada en Canadá, o GI Monitor [10].

1.1.7. Motivación del proyecto

Como puede apreciarse en el apartado anterior, ya existen aplicaciones móviles que permiten el seguimiento de pacientes con enfermedad de Crohn y colitis ulcerosa. Sin embargo, se trata de aplicaciones orientadas fundamentalmente a su uso por parte de los pacientes y que presentan una serie de desventajas de cara a su uso clínico:

- No ofrecen una plataforma para facultativos, de modo que es necesario que el paciente acuda a consulta para que el facultativo pueda ver los resultados.
- Se trata de aplicaciones que cuentan con una serie de cuestionarios preconfigurados, por lo que los facultativos no pueden utilizarlas como soporte para el desarrollo de ensayos clínicos de validación de nuevos cuestionarios.
- Son aplicaciones enfocadas al seguimiento de la patología concreta, sin tener en cuenta los patrones que puede cursar la misma.
- Por los motivos expuestos anteriormente, son aplicaciones que no responden al problema de la alta carga asistencial generada por los pacientes con Enfermedad Inflamatoria Intestinal.

Por ello, se considera necesaria la creación de una herramienta que satisfaga estos problemas, de modo que pueda ser utilizada por los facultativos para obtener datos de pacientes sin necesidad de llamarlos a consulta, y que permita la creación de nuevos cuestionarios, lo que facilita la innovación y el desarrollo de nuevas técnicas que ayuden a realizar un seguimiento de los pacientes.

Además, según datos facilitados por el propio cliente, los pacientes con Enfermedad Inflamatoria Intestinal son, en su mayoría, gente familiarizada con las nuevas tecnologías, plenamente consciente de su enfermedad, y con predisposición a la participación en ensayos clínicos en los que se prueben nuevas soluciones que puedan ayudar a mejorar su calidad de vida. Las características que presentan estos pacientes hacen que sean idóneos para la prueba de soluciones basadas en las nuevas tecnologías, como la que se desarrollará en el presente proyecto.

1.2. Objetivos Generales

Los objetivos del presente trabajo son:

1. Diseñar e implementar una aplicación móvil que permita:
 - a) Obtener información sobre el estado de salud del paciente, en base a indicadores médicos establecidos, a través de la realización de cuestionarios.
 - b) Obtener información sobre la adherencia del paciente al tratamiento, a través de cuestionarios.
2. Implementar una base de datos donde se almacenen los datos de evolución de los pacientes.
3. Diseñar una aplicación web que permita a los facultativos:
 - a) Diseñar nuevos cuestionarios.

- b) Visualizar el estado de los pacientes.
- c) Visualizar la evolución de los pacientes en forma de gráfica.

Lo que se pretende es la creación de una aplicación dinámica, que dé libertad a los facultativos a la hora de crear nuevos cuestionarios, en lugar de tener que depender del equipo de desarrollo para tal efecto. Se desea, además, construir la aplicación de tal forma que pueda ser extensible a nuevos tipos de cuestionarios (calidad de vida, vacunación, tabaquismo, etc) o patologías, tan sólo realizando modificaciones en la base de datos, sin necesidad de realizar modificaciones en el código de la aplicación.

Por otra parte, también se permite al facultativo asociar los cuestionarios no sólo a una patología, sino también a un patrón concreto de la misma, lo que proporciona un seguimiento individualizado de los pacientes, teniendo en cuenta las particularidades de su patología.

De este modo, al permitir al facultativo consultar los datos relativos a los cuestionarios respondidos, se eliminarían aquellas consultas cuyo único propósito sea la realización de cuestionarios, por lo que el paciente tan sólo tendría que acudir a revisiones o a pruebas clínicas tales como analíticas, ecografías, endoscopias, etc. lo que ayuda a reducir la carga del sistema.

1.3. Organización del documento

A lo largo de este documento se expondrán todos los procesos y metodologías utilizados para alcanzar los objetivos del proyecto.

El documento se divide en los siguientes apartados:

En el **Capítulo 2** se abordan los aspectos relativos a la gestión del proyecto, comprendiendo la metodología de desarrollo, planificación temporal y la gestión de recursos humanos, costes, riesgos y configuración, así como una relación de las herramientas empleadas.

En el **Capítulo 3** se presenta el proceso de análisis del software, empezando por la identificación de los casos de uso del sistema, para luego extraer los requisitos funcionales. Posteriormente, se enuncia el alcance del proyecto y se muestra cómo se ha organizado el trabajo.

En el **Capítulo 4** se muestra la arquitectura del sistema, y se exponen los patrones de diseño empleados. A continuación, se explica cada uno de los subsistemas de los que se compone el proyecto. Por último, se realiza un análisis de las tecnologías que se pueden emplear para la realización del proyecto, justificando en cada caso las razones por las cuales se ha optado por el uso de unas tecnologías frente a otras.

En el **Capítulo 5** se muestra la organización del trabajo, explicando cada una de las iteraciones que se han llevado a cabo, y el contenido de las mismas.

En el **Capítulo 6** se expone el proceso de pruebas, listando y explicando cada una de las pruebas que se han llevado a cabo sobre el producto software desarrollado.

En el **Capítulo 7** se exponen las conclusiones extraídas del presente trabajo, así como las mejoras o ampliaciones que se podrían hacer en un futuro.

El **Apéndice A** contiene el manual de despliegue de la aplicación, mientras que los **Apéndices B y C** constituyen los manuales de usuario de la aplicación web y móvil, respectivamente. Por último, el **Apéndice D** contiene la relación de documentos anexos a la presente memoria.

Capítulo 2

Gestión del proyecto

2.1. Gestión de riesgos	13
2.1.1. Medidores de riesgo	13
2.1.2. Activos	15
2.1.3. Riesgos	16
2.2. Metodología de desarrollo	23
2.2.1. Metodología iterativa e incremental	24
2.3. Gestión de la configuración	27
2.3.1. Control del código fuente	27
2.3.2. Control de la documentación	27
2.3.3. Control de la memoria del Trabajo Fin de Grado	28
2.4. Planificación temporal	28
2.4.1. Estructura de Descomposición del Trabajo	29
2.4.2. Fases principales del proyecto	29
2.5. Gestión de RRHH y costes	31
2.5.1. Recursos humanos	31
2.6. Enunciado del alcance	34
2.6.1. Descripción del alcance del proyecto	34
2.6.2. Criterios de aceptación del producto	34
2.6.3. Entregables del proyecto	34
2.6.4. Exclusiones del proyecto	35
2.6.5. Supuestos del proyecto	35

En este capítulo se abordarán aquellos aspectos relativos a la gestión del proyecto, como la planificación temporal, la metodología de desarrollo y la gestión de riesgos y de la configuración.

2.1. Gestión de riesgos

La gestión de riesgos en un proyecto con un nivel de incertidumbre como el presente es de vital importancia, ya que la presencia de riesgos inesperados o una mala gestión de los mismos puede llevar a la cancelación del proyecto. Por lo tanto, es esencial la identificación de posibles riesgos, así como la definición de una serie de medidas que permitan prever, minimizar e incluso eliminar las fuentes de riesgo. De esta forma, pueden prevenirse la aparición de sobrecostos o los incumplimientos de plazos.

La gestión de riesgos se compone de cuatro pasos.

- **Identificación:** Consiste en la identificación de una serie de amenazas que puedan poner en peligro la viabilidad del proyecto.
- **Análisis y catalogación:** Consiste en la evaluación de cada amenaza, para determinar si supone o no un riesgo para el proyecto. Debe asignarse una probabilidad y un impacto a cada riesgo, lo que ayuda a determinar si deben planificarse acciones de respuesta frente al mismo. En caso de que el impacto y/o la probabilidad de que el riesgo ocurra sean muy bajos, se considerará que no merece la pena el desarrollo de un plan de respuesta.
- **Planificación:** Una vez se han catalogado los riesgos, deben establecerse las medidas oportunas de prevención, minimización y contingencia frente al riesgo.
- **Seguimiento:** Una vez identificados, catalogados y planificados los riesgos del proyecto, debe hacerse un seguimiento de los mismos, lo que permite detectar qué riesgos se han materializado durante la ejecución del proyecto, para así poder responder a ellos en el menor tiempo posible. Además, también deberá realizarse un seguimiento de la correcta aplicación de las medidas de prevención y/o minimización establecidas.

2.1.1. Medidores de riesgo

A continuación, se expondrán los medidores de riesgo que se tomarán en cuenta durante el proceso de análisis y catalogación.

- **Probabilidad** de que un riesgo ocurra:
 - **Baja:** Menos de un 25 % de posibilidades de que ocurra.

- **Media:** Entre un 25 % y un 75 % de probabilidades de que ocurra.
 - **Alta:** Más de un 75 % de probabilidades de que ocurra.
- **Impacto** en tiempo, esfuerzo o coste que supone la ocurrencia de un determinado riesgo:
- **Bajo:** Menos del 10 % de repercusión en tiempo/esfuerzo/coste.
 - **Medio:** Entre el 10 % y el 20 % de repercusión en tiempo/esfuerzo/-coste.
 - **Alto:** Más del 20 % de repercusión en tiempo/esfuerzo/coste.
- **Nivel de exposición.** Combina los valores de Probabilidad e Impacto, dando una medida tangible que nos permitirá detectar cuáles son los riesgos a los que se debe prestar una mayor atención.

Los criterios de valoración de los riesgos se muestran en las tablas 2.1, 2.2, 2.3.

Cuadro 2.1: Valoración del impacto

Repercusión en Plazo/Esfuerzo/Coste	Impacto	Valor numérico
$\geq 20\%$	Alto	0.5
Entre 10 % y 20 %	Medio	0.2
$\leq 10\%$	Bajo	0.1

Cuadro 2.2: Valoración de la probabilidad

Ocurrencia del riesgo	Probabilidad	Valor numérico
$\geq 80\%$ (Casi segura)	Alta	0.8
Entre 30 % y 80 % (Muy probable)	Media	0.5
$\leq 30\%$	Baja	0.3

Cuadro 2.3: Nivel de exposición al riesgo

		Probabilidad		
		Alta (0.8)	Media (0.5)	Baja (0.3)
Impacto	Alto (0.5)	Alto (0.4)	Alto (0.25)	Medio (0.15)
	Medio (0.2)	Alto (0.16)	Medio (0.1)	Bajo (0.06)
	Bajo (0.1)	Medio (0.08)	Bajo (0.05)	Bajo (0.03)

2.1.2. Activos

En este epígrafe se muestran los activos que se han identificado en el presente proyecto, entendiendo **activo** como el conjunto de todos los bienes y derechos con valor monetario que son propiedad de una empresa, institución o individuo.

A1: Equipos de desarrollo

A2: Local

A3: Software de desarrollo

A4: Material

A5: Infraestructura de red

A6: Plataforma de publicación

A7: Sistema lógico de comunicación entre empleados

A8: Recursos financieros

A9: Servidor de aplicaciones

A10: Documentación sobre el proyecto

A11: Usuarios para la prueba piloto

A12: Medios de almacenamiento

A13: Datos

A14: Tecnología de desarrollo

A15: Miembros del equipo de desarrollo

A16: Contrato

2.1.3. Riesgos

Consideraciones previas

Una vez identificados los posibles riesgos que pueden afectar al proyecto, es necesario realizar un análisis de cada uno de ellos, para así poder catalogarlos en base a su relevancia en el transcurso del trabajo, y relacionarlos con los diferentes activos del proyecto.

Cabe destacar que, al ser el lugar de trabajo un edificio público donde no se lleva a cabo un control de acceso, existen ciertos riesgos asociados a este hecho.

Existen tres tipos de respuesta posible ante los riesgos:

- **Prevención:** Consiste en reducir la probabilidad de que un riesgo aparezca.
- **Minimización:** Consiste en reducir el impacto del riesgo.
- **Elaboración de un plan de contingencia:** Actuación en el caso de que un riesgo se produzca, para que afecte lo menos posible al transcurso del proyecto.

Análisis de riesgos

Cuadro 2.4: Fallo de seguridad lógica

Identificador	R1	Nombre	Fallo de seguridad lógica
Exposición	Alta	Activos afectados	A3, A9, A10, A13
Probabilidad	Media	Grado de impacto	Alto
Descripción	Falta de seguridad o medidas insuficientes ante un posible ataque informático		
Tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> ■ Minimización: Realización de copias de seguridad. ■ Prevención: Instalación de antivirus y firewall 		
Indicadores	Número de infecciones detectadas >0		

Cuadro 2.5: Avería del hardware

Identificador	R2	Nombre	Avería del hardware
Exposición	Alta	Activos afectados	A1, A5, A9, A10, A12, A13
Probabilidad	Moderada	Grado de impacto	Alto
Descripción	Fallo o deterioro del hardware empleado para desarrollar el proyecto.		
Tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Transferir: Contratar una ampliación de garantía. ▪ Minimización: Realización de copias de seguridad. ▪ Contingencia: Llamar al servicio técnico. 		
Indicadores	Uno o más equipos no funcionan.		

Cuadro 2.6: Robo de material

Identificador	R3	Nombre	Robo de material
Exposición	Alta	Activos afectados	A1, A4, A5, A9, A10, A12, A13
Probabilidad	Moderada	Grado de impacto	Alto
Descripción	Sustracción de material debido a un robo en el local		
Tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Transferir: Contratar un seguro. ▪ Minimización: Realización de copias de seguridad. ▪ Contingencia: Llamar a la policía. ▪ Prevención: Instalación de alarmas y cámaras de videovigilancia. Uso de candados de tipo Kensington en los equipos. 		
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ausencia de material. ▪ Presencia de desperfectos. 		

Cuadro 2.7: Cambio en los requisitos

Identificador	R4	Nombre	Cambio en los requisitos
Exposición	Alta	Activos afectados	A10, A13, A14
Probabilidad	Alta	Grado de impacto	Alto
Descripción	Alteración de los requisitos por parte del cliente, quien demanda funcionalidades no pactadas o modificaciones de funcionalidades ya contempladas.		
Tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> ■ Minimización: Elección de un ciclo de vida tolerante a los cambios. Realización de un diseño que permita la introducción de cambios con facilidad. Realización de reuniones periódicas con el cliente que permitan detectar las necesidades de cambio lo antes posible. 		
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> ■ Número de nuevos requisitos demandados por el cliente > 0 ■ Número de modificaciones demandadas por el cliente > 0 		

Cuadro 2.8: Incumplimiento de los plazos de entrega

Identificador	R5	Nombre	Incumplimiento de los plazos de entrega
Exposición	Alta	Activos afectados	A8, A16
Probabilidad	Alta	Grado de impacto	Alto
Descripción	Una o más entregas del proyecto se realizan con retraso respecto a lo planificado en el cronograma.		
Tratamiento	Realización de una buena planificación.		
Indicadores	Número de entregas con un retraso mayor a 3 días > 0		

Cuadro 2.9: Mala especificación de requisitos

Identificador	R6	Nombre	Mala especificación de requisitos
Exposición	Alta	Activos afectados	A10, A13
Probabilidad	Moderada	Grado de impacto	Alto
Descripción	Aporte escaso de información acerca de los requisitos por parte del cliente, o especificación inexacta de los mismos en el proyecto.		
Tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> ■ Minimización: Realización de reuniones periódicas con el cliente para analizar requisitos. ■ Prevención: Revisión de los requisitos con el cliente. Elección de un ciclo de vida que permita la presentación de prototipos al cliente de forma regular. 		
Indicadores	Existencia de requisitos mal especificados.		

Cuadro 2.10: Diseño incorrecto

Identificador	R7	Nombre	Diseño incorrecto
Exposición	Alta	Activos afectados	A10
Probabilidad	Moderada	Grado de impacto	Alto
Descripción	El diseño resultante de la fase homónima del proyecto contiene errores que afectan a la calidad del producto a desarrollar.		
Tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> ■ Prevención: Refinamiento de las etapas anteriores al diseño, con el fin de minimizar los errores de éste. Revisión del diseño tras su elaboración 		
Indicadores	Número de design smells > 0 [11].		

Cuadro 2.11: Retraso en la autorización de la prueba piloto

Identificador	R8	Nombre	Retraso en la autorización de la prueba piloto
Exposición	Media	Activos afectados	A1, A2, A4, A5, A9, A10, A12, A13
Probabilidad	Media	Grado de impacto	Alto
Descripción	Se produce un retraso en la autorización de la prueba piloto por parte del comité ético.		
Tratamiento	Prevención: Realizar la petición de prueba piloto al inicio del proyecto, con el objetivo de que esté resuelta con antelación a la fecha establecida en el cronograma para su realización.		
Indicadores	Altura alcanzada por el agua >1cm		

Cuadro 2.12: Retrasos burocráticos internos

Identificador	R9	Nombre	Retrasos burocráticos internos
Exposición	Media	Activos afectados	A3
Probabilidad	Media	Grado de impacto	Medio
Descripción	Retraso en la concesión de acceso a herramientas o datos propiedad de la empresa.		
Tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> ■ Minimización: Tratar de realizar, en la medida de lo posible, otras tareas que no dependan de los trámites burocráticos solicitados. ■ Prevención: Realizar un estudio donde se evalúen las necesidades, para así realizar las solicitudes pertinentes con la mayor antelación posible. 		
Indicadores	Altura alcanzada por el agua >1cm		

Cuadro 2.13: No detección de riesgos importantes

Identificador	R10	Nombre	No detección de riesgos importantes
Exposición	Media	Activos afectados	Potencialmente todos los activos
Probabilidad	Baja	Grado de impacto	Alto
Descripción	La implicación en la gestión de riesgos es baja, lo que puede provocar que surjan riesgos no contemplados en etapas posteriores, los cuales no se sabe cómo tratar.		
Tratamiento	Prevención: Realización de una revisión rigurosa de los riesgos tras su identificación.		
Indicadores	Número de riesgos que aparecen en el transcurso del proyecto y que no están contemplados en el plan de gestión de riesgos > 0 .		

Cuadro 2.14: Planificación demasiado optimista

Identificador	R11	Nombre	Planificación demasiado optimista
Exposición	Media	Activos afectados	A10, A16, A8
Probabilidad	Baja	Grado de impacto	Alto
Descripción	La estimación de la duración de las tareas no es realista, con lo que se estima una duración total menor que la real.		
Tratamiento	Prevención: Revisión de la planificación del proyecto tras su realización.		
Indicadores	Número de tareas que no se completan en el tiempo esperado > 3 .		

Cuadro 2.15: Fallo en las comunicaciones

Identificador	R12	Nombre	Fallo en las comunicaciones
Exposición	Media	Activos afectados	A5, A7
Probabilidad	Media	Grado de impacto	Medio
Descripción	Se produce un error en los sistemas de comunicaciones (Internet, teléfono, etc.) que impide acceder a los recursos necesarios.		
Tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> ■ Prevención: Refinamiento de las etapas anteriores al diseño, con el fin de minimizar los errores de éste. ■ Contingencia: Continuar con el trabajo offline en la medida de lo posible hasta que los sistemas estén disponibles. 		
Indicadores	Número de sistemas de comunicaciones que no se pueden utilizar > 0.		

Cuadro 2.16: El cliente no está disponible para la reunión

Identificador	R13	Nombre	El cliente no está disponible para la reunión
Exposición	Media	Activos afectados	A16
Probabilidad	Alta	Grado de impacto	Bajo
Descripción	El cliente no puede acudir a alguna reunión en la fecha planificada, retrasando el avance del proyecto.		
Tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> ■ Prevención: Pactar las fechas de reunión con el cliente con al menos una semana de antelación. ■ Contingencia: Mover la fecha de la reunión a otro día lo más pronto posible e intentar continuar con el trabajo en la medida de lo posible. 		
Indicadores	Número de negativas por parte del cliente sobre la fecha de reunión propuesta >0.		

Cuadro 2.17: Recorte del tiempo disponible para el proyecto

Identificador	R14	Nombre	Recorte del tiempo disponible para el proyecto
Exposición	Media	Activos afectados	A16
Probabilidad	Media	Grado de impacto	Medio
Descripción	El cliente exige que se disminuya el plazo de finalización previsto para el proyecto.		
Tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> Contingencia: Reducción de funcionalidades en función del tiempo disponible. Asunción de horas extra. 		
Indicadores	Número de días en los que se adelanta la entrega del proyecto > 0.		

Cuadro 2.18: Baja por enfermedad

Identificador	R15	Nombre	Baja por enfermedad
Exposición	Media	Activos afectados	A10, A13
Probabilidad	Baja	Grado de impacto	Alto
Descripción	La persona encargada de la realización del proyecto sufre una enfermedad y que lo incapacita temporalmente para trabajar en el mismo.		
Tratamiento	Contingencia: Replanificar el proyecto en la medida de lo posible. Pactar con el cliente una nueva fecha de entrega.		
Indicadores	Número de bajas por enfermedad de la persona encargada de la realización del proyecto > 0.		

2.2. Metodología de desarrollo

Uno de los primeros pasos a seguir en la elaboración de cualquier proyecto es la elección de la metodología que se empleará para llevar a cabo su desarrollo. Es fundamental tomar esta decisión de forma acertada, ya que una elección errónea puede llevar a que no se cumplan fechas de entrega y/o costes, e incluso llevar a la cancelación del proyecto. Sin embargo, no existe una metodología válida por excelencia, sino que es necesario analizar las características del proyecto, el equipo de trabajo y el cliente para poder escoger cuál seguir. Las metodologías empleadas en gestión de proyectos se dividen en dos grandes bloques: Metodologías pesadas y metodologías ágiles.

Las **metodologías pesadas** se caracterizan por estar basadas en una planificación inicial que se debe seguir de manera estricta durante todo el desarrollo, y por disponer de un catálogo de requisitos invariable. Se trata por tanto, de una metodología muy poco tolerante a cambios. Por otro lado, las **metodologías ágiles** parten de la base de que el proyecto sufrirá cambios en los requisitos a lo largo de su desarrollo. En estas metodologías, se mantiene un contacto continuo con el cliente, al que se le presentan diferentes módulos funcionales de la aplicación, para que pueda evaluarlos y así proporcionar feedback al equipo de desarrollo. Son, por tanto, de un tipo de metodología mucho más flexible y tolerante a potenciales cambios.

En el caso de este proyecto, existe un alto nivel de incertidumbre, ya que en las reuniones iniciales se ha percibido que el cliente tiene tendencia a introducir requisitos no planteados en reuniones previas. Por otra parte, el desarrollo se lleva a cabo en el lugar de trabajo del cliente, lo que facilita el establecimiento de reuniones de seguimiento con el mismo. Además, hay que tener en cuenta que el proyecto será desarrollado por una persona que carece de experiencia en la realización de proyectos de envergadura, y que se manejarán tecnologías desconocidas hasta el momento, algunas de ellas incluso con escasa documentación. Por estas razones, se considera que la aplicación de metodologías ágiles resulta idónea para el proyecto.

2.2.1. Metodología iterativa e incremental

En un desarrollo iterativo e incremental [12] el proyecto se planifica en diversos bloques temporales llamados iteraciones.

Las iteraciones pueden entenderse como pequeños proyectos en los que se repite un proceso de trabajo similar para proporcionar un resultado completo, de forma que el cliente pueda obtener los resultados del proyecto de modo incremental. Para ello, cada uno de los requisitos solicitados por el cliente debe ser completado en una única iteración, incluyendo las pruebas y documentación asociadas.

En cada iteración, se hace una entrega incremental a partir de los resultados obtenidos en iteraciones anteriores, añadiendo nuevos requisitos o mejorando aquellos que ya fueron completados. Este tipo de desarrollo se realiza a través de la priorización de los requisitos en función del valor que aportan al cliente.

Beneficios

Esta metodología presenta una serie de beneficios sobre otras metodologías:

- Pueden gestionarse las expectativas del cliente de manera regular, ya que éste puede tomar decisiones en cada iteración. Esto es especialmente interesante cuando:

- El cliente no sabe exactamente qué necesita al inicio del proyecto, sino que lo va sabiendo a medida que aprecia los resultados del mismo.
 - El cliente necesita hacer cambios a corto plazo.
 - El equipo necesita saber si lo que ha entendido es lo que el cliente espera.
-
- El cliente puede comenzar el proyecto con requisitos de alto nivel, quizá no totalmente completos, para luego refinarlos en sucesivas iteraciones. De este modo, puede comenzarse el proyecto conociendo en detalle sólo aquellos requisitos que más valor aportan al cliente, y no es necesario realizar una recolección completa y detallada de los mismos antes de empezar el desarrollo del proyecto.
 - El cliente puede obtener resultados usables desde las primeras iteraciones.
 - Los cambios pueden ser gestionados de forma natural. Al finalizar cada iteración, el cliente puede examinar el producto obtenido y proporcionar feedback al equipo, lo que permite recopilar información acerca de la necesidad de realización de cambios para cumplir con las expectativas del cliente.
 - El cliente puede perder como máximo los recursos dedicados a una iteración, no los del proyecto completo. Elimina la posibilidad de no aceptación del proyecto, ya que en caso de que el cliente no esté satisfecho, se eliminaría la última iteración.
 - La finalización de cada iteración es el lugar donde el equipo puede decidir cómo mejorar el proceso de trabajo, lo que permite planificar cambios para aumentar la productividad y la calidad del desarrollo.
 - Permite conocer el progreso real del proyecto desde las primeras iteraciones, lo que permite extrapolar si su finalización es viable en la fecha prevista.
 - Permite mitigar los riesgos del proyecto al inicio.
 - Permite gestionar la complejidad del proyecto.
 - Se minimiza el número de errores que se producen en el desarrollo y se aumenta la calidad, al presentar requisitos ya terminados al final de cada iteración.

Restricciones

Sin embargo, esta metodología también dispone de una serie de restricciones:

- La disponibilidad del cliente debe ser alta durante todo el proyecto, dado que debe participar de forma continua.
 - Al inicio de una iteración, debe detallar los requisitos que se van a desarrollar.
 - Al final de cada iteración, debe revisar los requisitos desarrollados.
- La relación con el cliente debe estar basada en la colaboración y en el principio ganar/ganar, no ser una relación contractual en la que cada parte únicamente piensa en su beneficio a corto plazo.
- Cada iteración debe dar como resultado requisitos terminados, de modo que sea realmente útil para el cliente y no deje tareas pendientes para futuras iteraciones.
- Cada iteración ha de aportar valor al cliente, aportando resultados que sean susceptibles de ser utilizados por él.
- Es necesario disponer de técnicas y herramientas que permitan realizar cambios fácilmente en el proyecto.

Aplicación de la metodología

La metodología iterativa e incremental está pensada para ser aplicada en entornos de trabajo de más de una persona. En este caso, al tratarse de un Trabajo de Fin de Grado, el equipo estará compuesto por una única persona, por lo que es preciso realizar algunas adaptaciones a la metodología, pues algunos de sus aspectos carecen de sentido en equipos de trabajo unipersonales.

Partes de una iteración

- **Planificación:** La primera tarea de la iteración consiste en la elección del requisito o grupo de requisitos que se implementarán en la misma. Una vez escogidos, se divide la iteración en las tareas necesarias para satisfacerlos, y se estima la duración de las mismas. Por último, se diseñan las pruebas que se realizarán para comprobar que el entregable satisface los requisitos involucrados en el mismo.
- **Ejecución:** Se llevan a cabo las tareas definidas en la planificación.
- **Evaluación:** Consiste en la organización y realización de una reunión con el cliente donde se muestra el producto resultante de la iteración. El cliente debe dar su opinión acerca del producto presentado, lo que puede llevar a la necesidad de introducir cambios en el producto durante la siguiente iteración.

2.3. Gestión de la configuración

La gestión de la configuración permite establecer y mantener la integridad de los productos de trabajo. Por ello, resulta esencial en la construcción de todo tipo de proyecto.

Para establecer el plan de gestión de la configuración se tratarán por separado el código fuente del proyecto, la documentación del mismo, y la memoria del Trabajo de Fin de Grado, por tratarse de elementos de naturaleza diferente.

2.3.1. Control del código fuente

Actualmente, existen en el mercado diferentes soluciones para el control de versiones del código fuente, como Git, SVN o Mercurial. En este caso, se ha escogido SVN para el control del repositorio local. Además, se trabajará contra un repositorio remoto alojado en los servidores de la empresa en la que se realiza el presente proyecto. La elección del sistema de control de versiones escogido para el código fuente responde únicamente a la política de dicha empresa.

Cada vez que se complete una tarea del incremento en curso, o se realice un cambio importante, se realizará un commit, que guardará el estado de la copia de trabajo tanto en el repositorio local como en el remoto. De esta manera se asegura que, en caso de producirse cualquier problema en el entorno local, siempre exista una copia actualizada en el repositorio remoto, que podrá ser recuperada para continuar con el correcto desarrollo del proyecto.

A diferencia de otros sistemas de control de versiones, SVN permite la realización de commits sin necesidad de introducir un mensaje descriptivo del mismo. Sin embargo, se considera una buena práctica la inclusión de un comentario que detalle los cambios introducidos con respecto al anterior commit, lo que permite tanto llevar un seguimiento del tiempo de implementación como del trabajo realizado en cada una de las partes del proyecto. Por lo tanto, todos los commits realizados en el presente proyecto han de contar con un comentario asociado.

Para facilitar las tareas de sincronización con el repositorio remoto, se hará uso de la integración del entorno de desarrollo con SVN.

2.3.2. Control de la documentación

Se entiende por documentación el conjunto formado por los documentos de especificación y análisis del proyecto, modelos de datos, mockups, manuales de instalación y usuario, y cualquier otro documento que describa el software creado en el proyecto.

La empresa en que se desarrolla el proyecto dispone de un repositorio Jira donde se puede almacenar la documentación que se genera a lo largo del proyecto, por lo que se tomará como herramienta para el control de la misma.

2.3.3. Control de la memoria del Trabajo Fin de Grado

Por último, es preciso llevar a cabo un control de la presente memoria. En este caso, al no ser un documento propio de la empresa, la documentación de la memoria será gestionada de forma externa a la misma. Al estar la memoria redactada en L^AT_EX, cuya estructura se asemeja a la de un lenguaje de programación, se ha decidido hacer uso de Git para el control del repositorio local. En cuanto a la gestión remota, se utilizará un repositorio en BitBucket.

La dinámica de trabajo con Git y BitBucket será la siguiente: Cada vez que se complete un epígrafe, o se realice un cambio sustancial en el documento, se realizará un commit. Al final de la jornada laboral se hará un push, que subirá todos los cambios realizados desde el anterior push, al repositorio remoto.

Para facilitar las tareas de sincronización con el repositorio remoto, se hará uso de SourceTree, un software gratuito desarrollado por Atlassian.

2.4. Planificación temporal

Para la realización de la planificación del presente trabajo se ha tratado de respetar, en la medida de lo posible, la estructura de descomposición de tareas presentada en el anteproyecto. Sin embargo, se han producido una serie de cambios significativos, derivados de un mayor conocimiento del problema a abordar.

Como se ha explicado anteriormente, la metodología empleada en el presente proyecto es una metodología ágil, en la que cada iteración se planifica al inicio de la misma, en lugar de planificar el proyecto completo al inicio del mismo. El manifiesto ágil afirma [13]:

« Respuesta ante el cambio sobre seguir un plan »

Por este motivo, se ha decidido no hacer una planificación temporal del proyecto al inicio del mismo, ya que esta aproximación se encuentra enfocada a metodologías pesadas, donde los requisitos están definidos al comienzo del proyecto y la probabilidad de que surjan cambios es baja.

Además, una de las características principales de esta metodología radica en que los requisitos a implementar en cada iteración pueden variar al principio de la misma, al implementarse primero los requisitos de mayor importancia para el cliente. Así, pueden aparecer nuevos requisitos en fases avanzadas del proyecto que deban ser implementados con la mayor prioridad posible, lo que trastocaría una hipotética planificación.

En este caso, como se ha comentado en apartados anteriores, existe un alto nivel de incertidumbre al inicio del proyecto, por lo que no es factible realizar una planificación del proyecto cuando no se conocen en detalle los requisitos del mismo.

Así, teniendo en cuenta lo expuesto en párrafos anteriores, se concluye que no merece la pena la realización de un diagrama de Gantt [14].

2.4.1. Estructura de Descomposición del Trabajo

El primer paso para la realización de una planificación temporal coherente consiste en la elaboración del EDT del proyecto, partiendo del enunciado del alcance, y tomando en cuenta el EDT preliminar entregado junto con el anteproyecto. Según el apartado 5.3 del PMBOK [15], el EDT otorga una visión global desde lo más general a lo más específicos del alcance del proyecto y muestra de una forma jerárquica el trabajo que es necesario llevar a cabo para completar el proyecto.

El EDT se muestra en la figura 2.1

2.4.2. Fases principales del proyecto

A continuación, se muestran las fases de alto nivel del EDT. Tal y como se ha explicado en el apartado anterior, es difícil realizar una estimación temporal usando una metodología tan tolerante al cambio. Sin embargo, si partimos de la base de que este proyecto cuenta con un fuerte restricción temporal, pues ha de ser desarrollado en 412.5 horas, podemos realizar una estimación temporal a muy alto nivel sobre las fases de un proyecto software.

Gestión del proyecto

Duración: 50 horas

Descripción: Esta fase comprende todas aquellas tareas que tienen incidencia en el proyecto como tal. Por este motivo, sus tareas se realizan a lo largo de toda la duración del proyecto. En esta fase se realiza la descripción del alcance, se crea el EDT, se realiza la planificación del proyecto, se lleva a cabo la gestión de riesgos y se documenta el proyecto.

Preparación

Duración: 40 horas

Descripción: La fase de preparación se deriva del desconocimiento de las tecnologías que se emplearán por parte del equipo de desarrollo. Además, en esta fase también se estudiarán las diferentes metodologías existentes con el objetivo de escoger la que resulte más adecuada para el proyecto a realizar.

Análisis previo

Duración: 60 horas

Descripción: En la fase de análisis previo se propone una descripción detallada del sistema, realizando un proceso de captura o análisis de requisitos. Para ello, se extraerán los casos de uso a partir de reuniones con el cliente, lo que servirá como base para extraer y especificar los requisitos iniciales que deberá

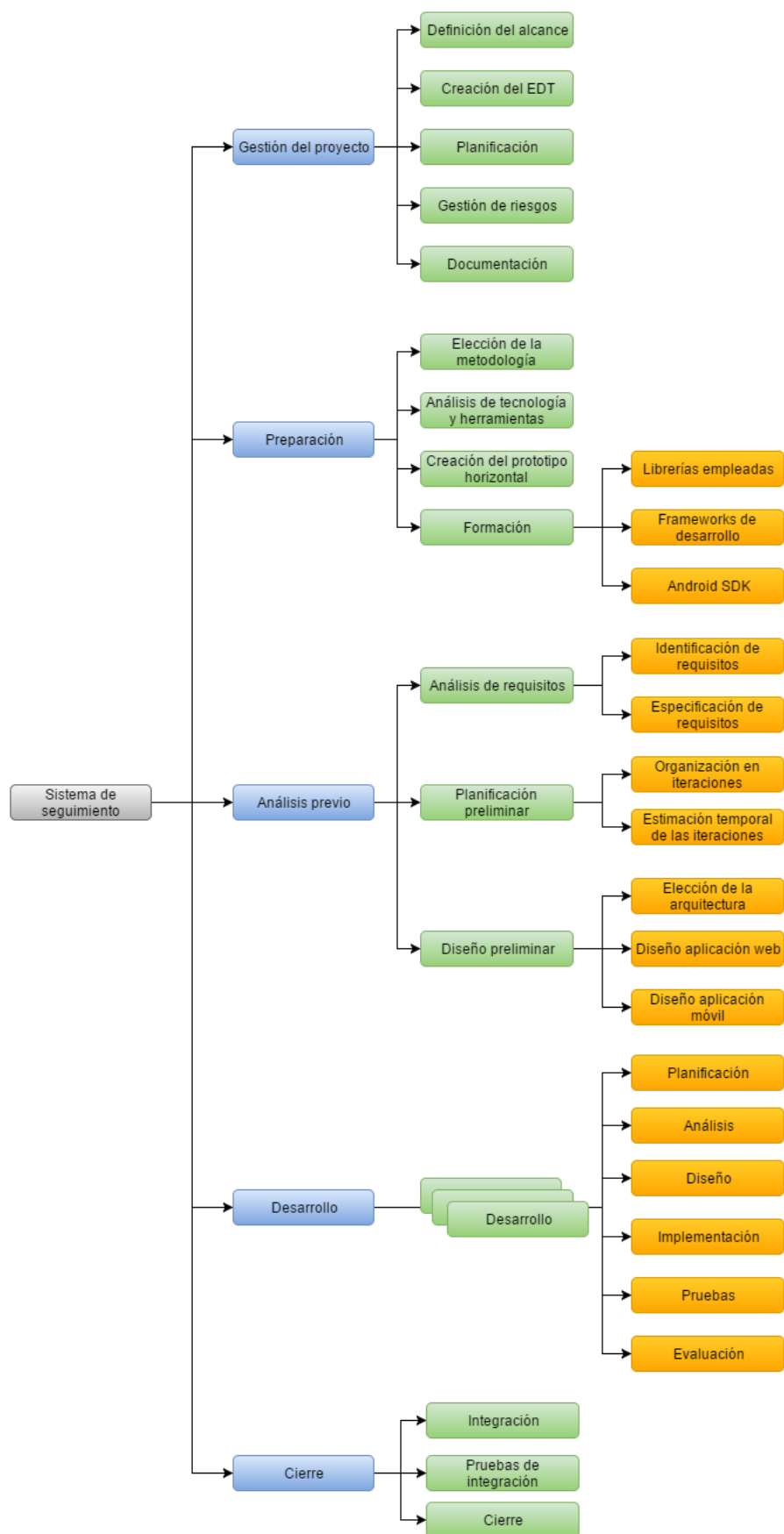


Figura 2.1: EDT

cumplir el sistema a desarrollar. A continuación, se realizará un diseño preliminar del sistema, consistente en la definición de la arquitectura del mismo, y el diseño de cada una de las partes.

Desarrollo

Duración: 260 horas

Descripción: El desarrollo del sistema estará dividido en varias iteraciones. En cada una de estas iteraciones, se realizará una planificación de la misma, y la implementación y pruebas de las funcionalidades a satisfacer. Por último, se mantendrá una reunión con el cliente, con el objetivo de evaluar su satisfacción con el producto desarrollado. Para abordar la siguiente iteración, se llevarán a cabo tareas de análisis y diseño, para las que se deberán tener en cuenta los nuevos requisitos o restricciones de diseño que el cliente haya podido formular en la reunión de evaluación de la iteración anterior.

Cierre

Duración: 5 horas

Descripción: En la fase de conclusión se llevará a cabo la integración de todos los elementos del sistema que no hayan sido integrados en la fase de desarrollo, y se someterán a las pruebas de integración pertinentes, de haberlas. En caso de que las pruebas sean satisfactorias, se da por terminado el proyecto.

2.5. Gestión de RRHH y costes

En este apartado se estimarán los recursos humanos necesarios para la realización del proyecto y se calculará el coste asociado a los mismos.

2.5.1. Recursos humanos

La tabla 2.19 muestra los recursos humanos que trabajarán en el proyecto.

Cuadro 2.19: Recursos humanos

Nombre	Rol	Participación
Cristina Sánchez	Responsable del proyecto	Participa en todas las tareas del proyecto, asumiendo funciones de directora de proyecto, analista, diseñadora, programadora, gestora documental y responsable de pruebas

Costes asociados a los RRHH

Para realizar la estimación de costes del proyecto, tendrá en cuenta el salario percibido por un becario a media jornada en everis, que se sitúa en 5040 euros anuales. Para calcular el coste de Cristina Sánchez en este proyecto, se calculará el coste por hora y se multiplicará por el número de horas que dedicará al proyecto.

Cuadro 2.20: Coste RRHH

Recurso	Coste/hora	Total horas	Coste empresa
Cristina Sánchez	5.70 euros	412.5	3080.14

Asumiendo que el coste de la Seguridad Social asumido por la empresa se sitúa alrededor del 31 %, el coste que representa un trabajador para la empresa, representado en la tabla 2.20, se obtiene sumando al salario del trabajador el 31 % del mismo.

Costes materiales

Los recursos materiales que se computarán en el presente proyecto son el ordenador empleado para el desarrollo y el móvil destinado a la prueba del funcionamiento de la aplicación Android.

Cuadro 2.21: Costes materiales

Material	Precio
Portátil Dell Latitude E5550	1000 euros
Smartphone Xiaomi Mi 4S	300 euros

El servidor utilizado para producción será aportado por el cliente, por lo que no computa como gasto del proyecto.

Dado que el equipo portátil pertenece al inmoviliado de la empresa, el coste atribuible al proyecto es el de su amortización. Tomando como base el precio de compra del artículo, 1000 euros y asumiendo una vida útil del mismo de 4 años y un valor residual de 200 euros, el coste de amortización anual es:

*Coste de amortización anual = (Precio adquisición - Valor residual) * Coeficiente de amortización*

Asumiendo que la amortización es lineal, el coeficiente de amortización es del 25 % por lo que la amortización anual será igual a:

$$(1000 - 200) * 0,25 = 200 e$$

Ponderando el resultado anterior por el número de horas del proyecto con respecto a las horas anuales de uso del portátil, se obtiene un coste para el proyecto de:

$$200 * (412,5/1768) = 46,66 e$$

En cuanto al móvil, será adquirido expresamente para el proyecto y, a la finalización del mismo será entregado al cliente. Por lo tanto, se computará el coste íntegro del mismo en el coste del proyecto.

Costes indirectos

Por último, es preciso calcular los costes indirectos del proyecto, es decir, aquellos que no pueden ser directamente atribuibles al proyecto como luz, agua, alquiler del local, etc.

El coste indirecto a imputar a los proyectos se fija por parte de la empresa. Este coste se establece en 6.5 euros por hora.

La duración estimada del proyecto es de 412.5 horas, por lo que los costes indirectos ascienden a 2681.25 euros.

Coste total del proyecto

Teniendo en cuenta todos los costes anteriores, se ha realizado el cálculo del coste total del proyecto.

Como puede observarse en la tabla 2.22, el coste total del proyecto asciende a 6108.05 euros

Cuadro 2.22: Coste total del proyecto

Recurso	Coste total
Recursos humanos	3080.14 euros
Material	346.66 euros
Costes indirectos	2681.25 euros
Total	6108.05 euros

2.6. Enunciado del alcance

2.6.1. Descripción del alcance del proyecto

La finalidad del presente proyecto es desarrollar un sistema que permita realizar un seguimiento de pacientes en base a una serie de cuestionarios clínicos designados por los facultativos. Así, éstos asignarán cada nuevo cuestionario a un tipo o grupo de pacientes, en función de su patología. Una vez el paciente haya contestado a un cuestionario, los facultativos podrán acceder a información acerca del mismo.

2.6.2. Criterios de aceptación del producto

Al utilizarse una metodología basada en iteraciones incrementales, la aceptación del producto se llevará a cabo en diferentes fases a lo largo de todo el proyecto. Para ello, se mantendrán reuniones con el cliente al finalizar cada iteración, en las que éste podrá vertir sus opiniones acerca del producto presentado. El hecho de involucrar al cliente durante todo el proceso de desarrollo e irle mostrando los diversos productos incrementales que se desarrollan, lleva a que el producto final tenga altas probabilidades de satisfacer las expectativas del cliente.

2.6.3. Entregables del proyecto

Tal y como se ha expuesto en diversos apartados anteriores, al final de cada iteración el cliente dispone de un producto funcional que incluye los requisitos satisfechos hasta la última iteración. De este modo, aunque el producto esté inacabado, el cliente puede, si así lo desea, empezar a trabajar con él. Al terminar el proyecto, el cliente recibirá no sólo el producto software desarrollado, sino también los manuales de usuario e instalación del mismo.

2.6.4. Exclusiones del proyecto

Se excluirán del proyecto todos aquellos requisitos que no fuesen acordados con el cliente al inicio del mismo y que por su complejidad puedan dificultar o impedir la finalización del mismo en tiempo y forma. A pesar de que la metodología escogida ofrece una alta tolerancia al cambio, no puede olvidarse que el presente proyecto se desarrolla en el marco de un Trabajo Fin de Grado, lo que implica que se dispone de una restricción temporal muy fuerte.

2.6.5. Supuestos del proyecto

Se asume que el equipo de desarrollo contará con el material y el acceso a las herramientas necesarias al inicio del proyecto.

Capítulo 3

Análisis de requisitos

3.1. Casos de uso del sistema	39
3.2. Descripción de los actores del sistema	39
3.3. Descripción de casos de uso	39
3.4. Requisitos funcionales	54
3.4.1. Identificación de requisitos funcionales	54
3.4.2. Especificación de requisitos funcionales	56
3.5. Matriz de trazabilidad	66
3.6. Requisitos no funcionales	66
3.6.1. Requisitos del producto	66
3.6.2. Requisitos de eficiencia	70
3.6.3. Requisitos externos	70
3.7. Restricciones de diseño	71
3.8. Seguridad	73

3.1. Casos de uso del sistema

La extracción de casos de uso es una técnica muy empleada para la captura de información procedente del cliente. Los casos de uso describen de forma informal la interacción entre los usuarios del sistema, que en este ámbito se denominan actores, y el sistema a desarrollar. El conjunto de todos los casos de uso debe ilustrar a alto nivel la forma en la que se desea que el sistema funcione, sin abordar cuestiones propias de implementación.

Los **actores** son representaciones genéricas de los tipos de usuario que van a emplear el sistema. La relación de un determinado actor con los casos de uso define la forma en la que éste interaccionará con el sistema.

3.2. Descripción de los actores del sistema

- **Facultativo:** Actor que representa a un facultativo.
- **Paciente:** Actor que representa a un paciente.

Es preciso explicar que el actor *Facultativo* sólo se relacionará con la aplicación web, mientras que el actor *Paciente* sólo se relacionará con la aplicación web.

3.3. Descripción de casos de uso

Las reuniones preliminares con el cliente muestran una división del sistema en dos partes claramente diferenciadas:

- La gestión de cuestionarios y pacientes, que se realizará a través de una **aplicación web** a la que tendrán acceso los facultativos.
- La respuesta de cuestionarios, que se realizará a través de una **aplicación móvil** a la que tendrán acceso los pacientes.

La figura 3.1 muestra el diagrama de casos de uso del sistema.

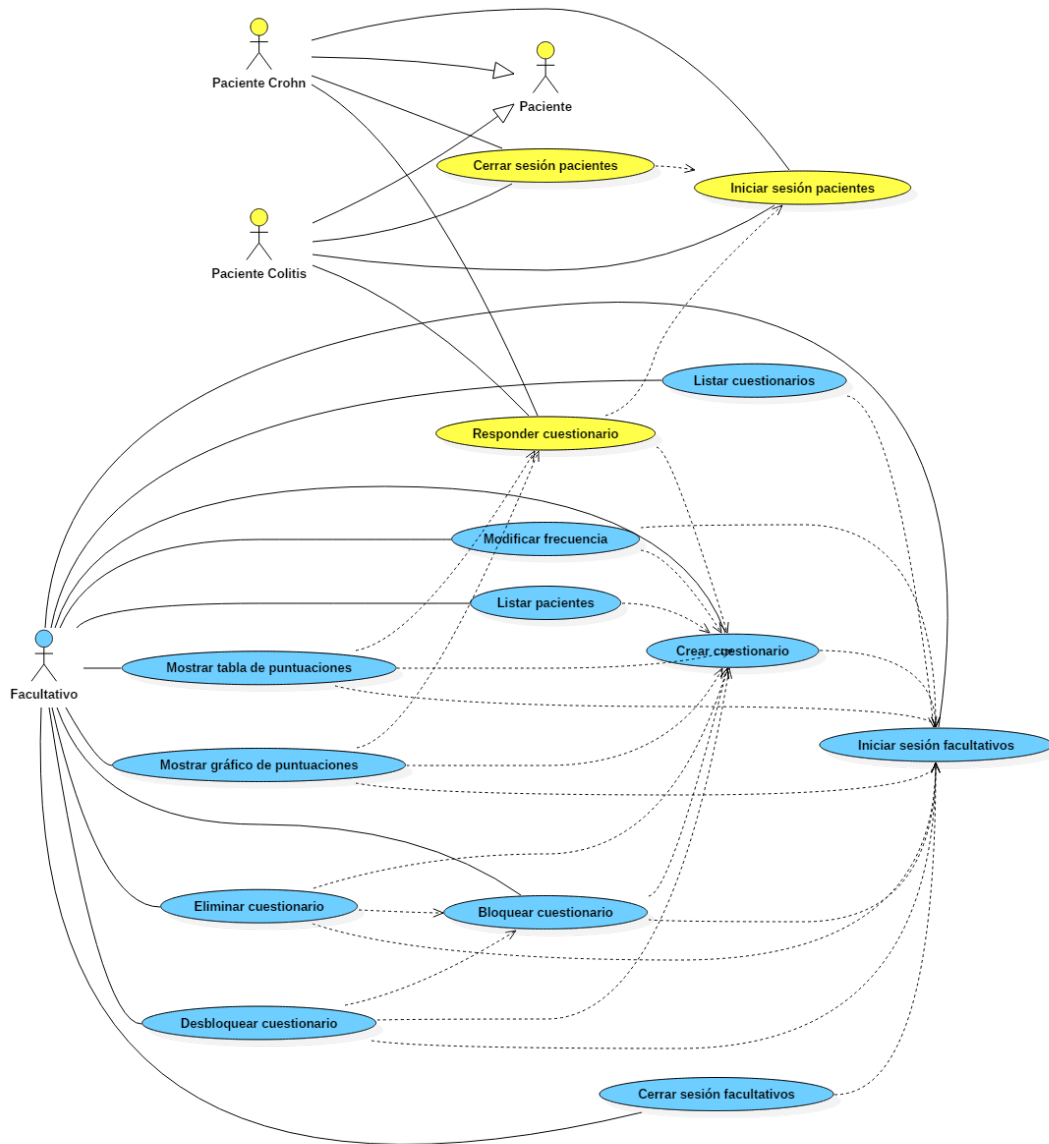


Figura 3.1: Diagrama de casos de uso del sistema

En primer lugar, se muestra un listado de los casos de uso identificados en el sistema a desarrollar:

CU.1: Iniciar sesión facultativos

CU.2: Crear cuestionario

CU.3: Bloquear cuestionario

CU.4: Desbloquear cuestionario

CU.5: Eliminar cuestionario

CU.6: Listar cuestionarios

CU.7: Listar pacientes

CU.8: Mostrar gráfico de puntuaciones

CU.9: Mostrar tabla de puntuaciones

CU.10: Modificar frecuencia

CU.11: Cerrar sesión facultativos

CU.12: Iniciar sesión pacientes

CU.13: Responder cuestionario

CU.14: Cerrar sesión pacientes

A continuación, se muestran los casos de uso que se identificaron en las reuniones mantenidas con el cliente.

Las tablas 3.1 a 3.14 muestran la especificación de los casos de uso identificados.

Cuadro 3.1: Iniciar sesión facultativos

Identificador	CU.01	Nombre	Iniciar sesión facultativos
Prioridad	Alta	Subsistema	Aplicación web
Dependencias			
Descripción	El sistema debe disponer de un mecanismo de autenticación que permita a los facultativos iniciar sesión en la aplicación web.		
Precondiciones			
Escenario principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El facultativo introduce sus datos de inicio de sesión. 2. El sistema comprueba que el nombre de usuario pertenece a un facultativo y que la contraseña proporcionada es correcta. 3. El sistema muestra la página principal de la aplicación. 		

Cuadro 3.2: Crear cuestionario

Identificador	CU.02	Nombre	Crear cuestionario
Prioridad	Alta	Subsistema	Aplicación web
Dependencias	CU.01		
Descripción	El sistema debe disponer de una herramienta que permita a los facultativos crear cuestionarios asignados a un tipo de paciente, con una serie de preguntas y respuestas con sus respectivas puntuaciones y una serie de umbrales con sus respectivos estados.		
Precondiciones	El facultativo ha iniciado sesión en la aplicación.		

Escenario principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El facultativo selecciona la pestaña <i>Gestionar cuestionarios</i> en el menú principal 2. El sistema muestra la pantalla de gestión de cuestionarios 3. El facultativo pulsa el botón <i>Crear cuestionario</i> 4. El sistema muestra la ventana de creación de cuestionarios 5. El facultativo introduce el nombre y tipo de cuestionario, selecciona el tipo de patología y la frecuencia de realización del mismo y pulsa <i>Siguiente</i> 6. El sistema muestra la ventana <i>Añadir preguntas</i> 7. El facultativo añade un enunciado y selecciona el tipo de pregunta 8. El facultativo pulsa <i>Añadir respuesta</i> tantas veces como desee y añade una respuesta y su puntuación. 9. El facultativo pulsa el botón <i>Guardar pregunta</i> 10. El sistema muestra la pregunta creada 11. El facultativo pulsa el botón <i>Añadir pregunta</i> para crear nuevas preguntas tantas veces como desee. Se ejecuta el proceso descrito a partir del punto 7. 12. El facultativo pulsa el botón <i>Siguiente</i> 13. El sistema muestra la pantalla de cálculo de puntuaciones 14. El facultativo asigna valores a los estados. 15. El facultativo pulsa el botón <i>Añadir punto</i> tantas veces como desee para añadir nuevos puntos de corte y asigna valores a los mismos. 16. El facultativo pulsa el botón <i>Guardar cuestionario</i> 17. El sistema almacena el cuestionario creado
----------------------------	---

Cuadro 3.3: Bloquear cuestionario

Identificador	CU.03	Nombre	Bloquear cuestionario
Prioridad	Alta	Subsistema	Aplicación web
Dependencias	CU.01, CU.02		
Descripción	El sistema debe permitir a los facultativos bloquear cuestionarios para que éstos dejen de ser enviados a los pacientes.		
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> ■ El facultativo ha iniciado sesión en la aplicación. ■ Existen cuestionarios activos en la aplicación. 		
Escenario principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El facultativo selecciona la pestaña <i>Gestionar cuestionarios</i> en el menú principal 2. El sistema muestra la pantalla de gestión de cuestionarios 3. El facultativo selecciona un cuestionario activo. 4. El sistema muestra la pestaña de edición del cuestionario. 5. El facultativo pulsa el botón <i>Bloquear</i>. 6. El sistema bloquea el cuestionario seleccionado. 		

Cuadro 3.4: Desbloquear cuestionario

Identificador	CU.04	Nombre	Desbloquear cuestionario
Prioridad	Alta	Subsistema	Aplicación web
Dependencias	CU.01, CU.02, CU.03		
Descripción	El sistema debe permitir a los facultativos desbloquear cuestionarios previamente bloqueados.		
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> ■ El facultativo ha iniciado sesión en la aplicación. ■ Existen cuestionarios bloqueados en la aplicación. 		
Escenario principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El facultativo selecciona la pestaña <i>Gestionar cuestionarios</i> en el menú principal 2. El sistema muestra la pantalla de gestión de cuestionarios 3. El facultativo selecciona un cuestionario bloqueado. 4. El sistema muestra la pestaña de edición del cuestionario. 5. El facultativo pulsa el botón <i>Desbloquear</i>. 6. El sistema desbloquea el cuestionario seleccionado. 		

Cuadro 3.5: Eliminar cuestionario

Identificador	CU.05	Nombre	Eliminar cuestionario
Prioridad	Alta	Subsistema	Aplicación web
Dependencias	CU.01, CU.02, CU.03		
Descripción	El sistema debe permitir la eliminación de un cuestionario y sus datos asociados de modo definitivo.		
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> ■ El facultativo ha iniciado sesión en la aplicación. ■ Existen cuestionarios bloqueados en la aplicación. 		
Escenario principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El facultativo selecciona la pestaña <i>Gestionar cuestionarios</i> en el menú principal 2. El sistema muestra la pantalla de gestión de cuestionarios 3. El facultativo selecciona un cuestionario bloqueado. 4. El sistema muestra la pestaña de edición del cuestionario. 5. El facultativo pulsa el botón <i>Eliminar</i>. 6. El sistema elimina el cuestionario seleccionado y los datos asociados a él. 		

Cuadro 3.6: Listar cuestionarios

Identificador	CU.06	Nombre	Listar cuestionarios
Prioridad	Alta	Subsistema	Aplicación web
Dependencias	CU.01, CU.02		
Descripción	El sistema debe permitir listar los cuestionarios creados.		
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> ■ El facultativo ha iniciado sesión en la aplicación ■ Existen cuestionarios en la base de datos 		
Escenario principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El facultativo selecciona la pestaña de gestión de cuestionarios. 2. El sistema recupera los tipos de cuestionario 3. El sistema recupera los cuestionarios asociados a cada tipo de cuestionario y patología 4. El sistema muestra los cuestionarios separados por tipo de cuestionario y patología 		

Cuadro 3.7: Listar pacientes

Identificador	CU.07	Nombre	Listar pacientes
Prioridad	Alta	Subsistema	Aplicación web
Dependencias	CU.01		
Descripción	El sistema debe permitir listar pacientes		
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none">■ El facultativo ha iniciado sesión en la aplicación■ Existen pacientes en la base de datos		
Escenario principal	<ol style="list-style-type: none">1. El facultativo selecciona la pestaña de gestión de pacientes.2. El sistema recupera los pacientes3. El sistema muestra los pacientes existentes		

Cuadro 3.8: Mostrar gráfico de puntuaciones

Identificador	CU.08	Nombre	Mostrar gráfico de puntuaciones
Prioridad	Alta	Subsistema	Aplicación web
Dependencias	CU.01, CU.02, CU.13		
Descripción	El sistema debe permitir mostrar una gráfica en la que se vean los resultados obtenidos en los cuestionarios respondidos por un paciente.		
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> ■ El facultativo ha iniciado sesión en la aplicación ■ Existen cuestionarios en la base de datos ■ Existen pacientes en la base de datos ■ El paciente seleccionado ha respondido algún cuestionario 		
Escenario principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El facultativo selecciona la pestaña de vista general. 2. El sistema recupera los cuestionarios respondidos por el paciente 3. El sistema muestra las puntuaciones obtenidas de forma gráfica 		

Cuadro 3.9: Mostrar tabla de puntuaciones

Identificador	CU.09	Nombre	Mostrar tabla de puntuaciones
Prioridad	Alta	Subsistema	Aplicación web
Dependencias	CU.01, CU.02, CU.13		
Descripción	El sistema debe permitir mostrar una tabla en la que se vean los resultados obtenidos en los cuestionarios respondidos por un paciente junto con la puntuación alcanzada.		
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> ■ El facultativo ha iniciado sesión en la aplicación ■ Existen cuestionarios en la base de datos ■ Existen pacientes en la base de datos ■ El paciente seleccionado ha respondido algún cuestionario 		
Escenario principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El facultativo selecciona la pestaña de histórico. 2. El sistema recupera los cuestionarios respondidos por el paciente 3. El sistema muestra las puntuaciones obtenidas en una tabla 		

Cuadro 3.10: Modificar frecuencia

Identificador	CU.10	Nombre	Modificar frecuencia
Prioridad	Alta	Subsistema	Aplicación web
Dependencias	CU.01, CU.02		
Descripción	El sistema debe modificar la frecuencia con que cada cuestionario se envía a los pacientes.		
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> ■ El facultativo ha iniciado sesión en la aplicación ■ Existen cuestionarios en la base de datos 		
Escenario principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El facultativo selecciona la pestaña <i>Gestionar cuestionarios</i> en el menú principal 2. El sistema muestra la pantalla de gestión de cuestionarios 3. El facultativo selecciona un cuestionario. 4. El sistema muestra la pestaña de edición del cuestionario. 5. El facultativo introduce la nueva frecuencia y pulsa <i>Guardar</i> 6. El sistema modifica la frecuencia de envío del cuestionario seleccionado. 		

Cuadro 3.11: Cerrar sesión facultativos

Identificador	CU.11	Nombre	Cerrar sesión facultativos
Prioridad	Alta	Subsistema	Aplicación web
Dependencias	CU.01		
Descripción	El sistema debe permitir cerrar la sesión a los facultativos.		
Precondiciones	El facultativo ha iniciado sesión en la aplicación		
Escenario principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El facultativo pulsa el botón cerrar sesión 2. El sistema elimina todos los datos asociados a la sesión del usuario 3. El sistema redirige a la página de login 		

Cuadro 3.12: Iniciar sesión pacientes

Identificador	CU.12	Nombre	Iniciar sesión pacientes
Prioridad	Alta	Subsistema	Aplicación Android
Dependencias			
Descripción	El sistema debe disponer de un mecanismo de autenticación que permita a los pacientes iniciar sesión en la aplicación móvil.		
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> ■ Existen pacientes en la base de datos 		
Escenario principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario introduce sus datos de inicio de sesión 2. El sistema comprueba que el usuario y la contraseña sean correctos 3. Si los datos son correctos, el sistema almacena los datos del usuario en la sesión y muestra la pantalla principal de la aplicación. 		

Cuadro 3.13: Responder cuestionario

Identificador	CU.13	Nombre	Responder cuestionario
Prioridad	Alta	Subsistema	Aplicación Android
Dependencias	CU.02, CU.12		
Descripción	El sistema debe permitir a los pacientes responder cuestionarios		
Precondiciones	<ol style="list-style-type: none"> 1. El paciente ha iniciado sesión en la aplicación 2. Existen cuestionarios en la base de datos 3. Existen cuestionarios que deben ser respondidos por el paciente 		
Escenario principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario accede a la ventana principal de la aplicación 2. El sistema muestra los tipos de cuestionario existentes 3. El sistema muestra los cuestionarios del tipo seleccionado que el paciente debe realizar, basándose en su patología y en la última vez que realizó cada cuestionario 4. El paciente selecciona un cuestionario 5. El sistema muestra la lista de preguntas del cuestionario 6. El paciente responde a cada una de las preguntas que se le presentan 7. El sistema muestra la puntuación del cuestionario 8. El sistema almacena el cuestionario en la base de datos 9. El paciente pulsa finalizar 10. El sistema muestra de nuevo la ventana principal de la aplicación 		

Cuadro 3.14: Cerrar sesión pacientes

Identificador	CU.14	Nombre	Cerrar sesión pacientes
Prioridad	Alta	Subsistema	Aplicación Android
Dependencias	CU.12		
Descripción	El sistema debe permitir cerrar la sesión a los pacientes.		
Precondiciones	El facultativo ha iniciado sesión en la aplicación		
Escenario principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El paciente pulsa el botón cerrar sesión 2. El sistema elimina todos los datos asociados a la sesión del usuario 3. El sistema redirige a la página de login 		

3.4. Requisitos funcionales

Una vez se han identificado los casos de uso y tras realizar un análisis exhaustivo de los mismos, se procede a extraer las funcionalidades que definen el software tal y como el cliente lo entiende. Este proceso nos lleva a la identificación y posterior especificación de los **requisitos funcionales**.

3.4.1. Identificación de requisitos funcionales

En el presente proyecto, se han identificado los siguientes requisitos funcionales:

- RF.1: Asignar nombre a cuestionario
- RF.2: Asignar tipo a cuestionario
- RF.3: Asignar patología a cuestionario
- RF.4: Asignar patrón a cuestionario
- RF.5: Asignar frecuencia a cuestionario
- RF.6: Asignar pregunta a cuestionario
- RF.7: Asignar tipo a pregunta
- RF.8: Asignar respuesta a pregunta

- RF.9: Asignar umbrales a cuestionario
- RF.10: Validar umbrales
- RF.11: Guardar cuestionario
- RF.12: Bloquear cuestionario
- RF.13: Desbloquear cuestionario
- RF.14: Eliminar cuestionario
- RF.15: Iniciar sesión facultativos
- RF.16: Listar cuestionarios
- RF.17: Listar pacientes
- RF.18: Obtener histórico de puntuaciones
- RF.19: Modificar frecuencia
- RF.20: Cerrar sesión facultativos
- RF.21: Cerrar sesión facultativos
- RF.22: Recuperar tipos de cuestionario
- RF.23: Recuperar patologías
- RF.24: Recuperar cuestionarios por tipo
- RF.25: Recuperar cuestionarios por patología
- RF.26: Recuperar cuestionarios por pacientes
- RF.27: Listar preguntas y respuestas
- RF.28: Guardar cuestionario respondido
- RF.29: Asignar estado
- RF.30: Cerrar sesión pacientes
- RF.31: Recuperar datos de cuestionario

3.4.2. Especificación de requisitos funcionales

Las tablas 3.15 a 3.46 muestran la especificación de los requisitos funcionales listados en el apartado anterior.

Cuadro 3.15: Asignar nombre a cuestionario

Identificador	RF.01	Nombre	Asignar nombre a cuestionario
Prioridad	Alta	Versión	1.0
Dependencias	CU.02		
Descripción	El sistema debe permitir a los facultativos asignar un nombre al cuestionario a crear.		

Cuadro 3.16: Asignar tipo a cuestionario

Identificador	RF.02	Nombre	Asignar tipo a cuestionario
Prioridad	Alta	Versión	1.0
Dependencias	CU.02, RF.21		
Descripción	<p>El sistema debe permitir a los facultativos asignar al cuestionario a crear un tipo de entre los disponibles en la base de datos. Se desarrollarán los siguientes ejemplos particulares:</p> <ul style="list-style-type: none">■ Adherencia■ Seguimiento clínico		

Cuadro 3.17: Asignar patología a cuestionario

Identificador	RF.03	Nombre	Asignar patología a cuestionario
Prioridad	Alta	Versión	1.0
Dependencias	CU.02, RF.22		
Descripción	<p>El sistema debe permitir a los facultativos asignar una patología al cuestionario de seguimiento a crear de entre las existentes en la base de datos. Se desarrollarán los siguientes ejemplos particulares</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Enfermedad de Crohn ■ Colitis ulcerosa 		

Cuadro 3.18: Asignar patrón a cuestionario

Identificador	RF.04	Nombre	Asignar patrón a cuestionario
Prioridad	Baja	Versión	1.0
Dependencias	CU.02		
Descripción	<p>El sistema debe permitir a los facultativos asignar un patrón a los cuestionarios para pacientes que padezcan patologías con patrones asociados.</p>		

Cuadro 3.19: Asignar frecuencia a cuestionario

Identificador	RF.05	Nombre	Asignar frecuencia a cuestionario
Prioridad	Alta	Versión	1.0
Dependencias	CU.02		
Descripción	<p>El sistema debe permitir a los facultativos asignar una frecuencia al cuestionario a crear.</p>		

Cuadro 3.20: Asignar pregunta a cuestionario

Identificador	RF.06	Nombre	Asignar pregunta a cuestionario
Prioridad	Alta	Versión	1.0
Dependencias	CU.02		
Descripción	El sistema debe permitir a los facultativos asignar una o más preguntas al cuestionario a crear.		

Cuadro 3.21: Asignar tipo a pregunta

Identificador	RF.07	Nombre	Asignar tipo a pregunta
Prioridad	Alta	Versión	1.0
Dependencias	CU.02		
Descripción	<p>El sistema debe permitir a los facultativos asignar un tipo a la pregunta a crear de entre los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none">■ Respuesta múltiple■ Respuesta única■ Respuesta numérica		

Cuadro 3.22: Asignar respuesta a pregunta

Identificador	RF.08	Nombre	Asignar respuesta a pregunta
Prioridad	Alta	Versión	1.0
Dependencias	CU.02		
Descripción	El sistema debe permitir a los facultativos asignar una o varias respuestas a cada pregunta		

Cuadro 3.23: Asignar umbrales a cuestionario

Identificador	RF.09	Nombre	Asignar umbrales a cuestionario
Prioridad	Alta	Versión	1.0
Dependencias	CU.02		
Descripción	<p>El sistema debe permitir a los facultativos asignar a cada cuestionario umbrales que definan los estados asociados su tipo de cuestionario. Se desarrollarán ejemplos concretos para los siguientes casos:</p> <ul style="list-style-type: none">■ Seguimiento<ul style="list-style-type: none">● Remisión● Brote leve● Brote moderado● Brote grave■ Adherencia<ul style="list-style-type: none">● Adherencia baja● Adherencia moderada● Adherencia buena		

Cuadro 3.24: Validar umbrales

Identificador	RF.10	Nombre	Validar umbrales
Prioridad	Alta	Versión	1.0
Dependencias	CU.02		
Descripción	<p>El sistema deberá validar los umbrales designados por el facultativo de acuerdo con los siguientes criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ El umbral más bajo deberá corresponderse siempre con la puntuación 0 en el cuestionario ■ El valor mínimo de un umbral será la unidad inmediatamente superior al valor máximo del anterior ■ El valor máximo de un umbral será como mínimo una unidad mayor que el valor mínimo 		

Cuadro 3.25: Guardar cuestionario

Identificador	RF.11	Nombre	Guardar cuestionario
Prioridad	Alta	Versión	1.0
Dependencias	CU.02		
Descripción	El sistema deberá permitir a los facultativos almacenar los cuestionarios creados en una base de datos		

Cuadro 3.26: Bloquear cuestionario

Identificador	RF.12	Nombre	Bloquear cuestionario
Prioridad	Alta	Versión	1.0
Dependencias	CU.03		
Descripción	El sistema debe permitir a los facultativos bloquear cuestionarios para que éstos dejen de ser enviados a los pacientes.		

Cuadro 3.27: Desbloquear cuestionario

Identificador	RF.13	Nombre	Desbloquear cuestionario
Prioridad	Alta	Versión	1.0
Dependencias	CU.04		
Descripción	El sistema debe permitir a los facultativos desbloquear cuestionarios previamente bloqueados.		

Cuadro 3.28: Eliminar cuestionario

Identificador	RF.14	Nombre	Eliminar cuestionario
Prioridad	Alta	Versión	1.0
Dependencias	CU.05		
Descripción	El sistema debe permitir la eliminación de un cuestionario y sus datos asociados de modo definitivo.		

Cuadro 3.29: Iniciar sesión facultativos

Identificador	RF.15	Nombre	Iniciar sesión facultativos
Prioridad	Alta	Versión	1.0
Dependencias	CU.01		
Descripción	El sistema debe disponer de un sistema de autenticación que permita a los facultativos iniciar sesión en la aplicación web.		

Cuadro 3.30: Listar cuestionarios

Identificador	RF.16	Nombre	Listar cuestionarios
Prioridad	Alta	Versión	1.0
Dependencias	CU.06		
Descripción	El sistema debe permitir listar los cuestionarios creados, independientemente de si están bloqueados o no.		

Cuadro 3.31: Listar pacientes

Identificador	RF.17	Nombre	Listar pacientes
Prioridad	Alta	Versión	1.0
Dependencias	CU.07		
Descripción	El sistema debe permitir listar los pacientes existentes.		

Cuadro 3.32: Obtener histórico de puntuaciones

Identificador	RF.18	Nombre	Obtener histórico de puntuaciones
Prioridad	Alta	Versión	1.0
Dependencias	CU.08, CU.09		
Descripción	El sistema debe permitir recuperar todos los cuestionarios realizados por un paciente, junto con sus puntuaciones asociadas.		

Cuadro 3.33: Modificar frecuencia

Identificador	RF.19	Nombre	Modificar frecuencia
Prioridad	Alta	Versión	1.0
Dependencias	CU.10		
Descripción	El sistema debe permitir modificar la frecuencia con la que cada cuestionario se envía a los pacientes		

Cuadro 3.34: Cerrar sesión facultativos

Identificador	RF.20	Nombre	Cerrar sesión facultativos
Prioridad	Alta	Versión	1.0
Dependencias	CU.11		
Descripción	El sistema debe permitir cerrar la sesión a los facultativos.		

Cuadro 3.35: Recuperar tipos de cuestionario

Identificador	RF.21	Nombre	Recuperar tipos de cuestionario
Prioridad	Alta	Versión	1.0
Dependencias	CU.02, CU.13		
Descripción	El sistema debe permitir recuperar los tipos de cuestionario disponibles.		

Cuadro 3.36: Recuperar patologías

Identificador	RF.22	Nombre	Recuperar patologías
Prioridad	Alta	Versión	1.0
Dependencias	CU.02		
Descripción	El sistema debe permitir recuperar las patologías disponibles.		

Cuadro 3.37: Recuperar cuestionarios por tipo

Identificador	RF.23	Nombre	Recuperar cuestionarios por tipo
Prioridad	Alta	Versión	1.0
Dependencias	CU.13		
Descripción	El sistema debe permitir recuperar todos los cuestionarios asociados a un tipo dado		

Cuadro 3.38: Recuperar cuestionarios por patología

Identificador	RF.24	Nombre	Recuperar cuestionarios por patología
Prioridad	Alta	Versión	1.0
Dependencias	CU.13		
Descripción	El sistema debe permitir recuperar todos los asociados a una patología concreta		

Cuadro 3.39: Recuperar cuestionarios por paciente

Identificador	RF.25	Nombre	Recuperar cuestionarios por paciente
Prioridad	Alta	Versión	1.0
Dependencias	CU.13		
Descripción	El sistema debe permitir los cuestionarios que un paciente debe hacer basándose en la última vez que realizó un cuestionario y la frecuencia del mismo.		

Cuadro 3.40: Listar preguntas y respuestas

Identificador	RF.26	Nombre	Listar preguntas y respuestas
Prioridad	Alta	Versión	1.0
Dependencias	CU.13		
Descripción	El sistema debe mostrar cada una de las preguntas de un cuestionario junto con sus posibles respuestas		

Cuadro 3.41: Guardar cuestionario respondido

Identificador	RF.27	Nombre	Guardar cuestionario respondido
Prioridad	Alta	Versión	1.0
Dependencias	CU.13		
Descripción	El sistema debe permitir guardar los datos asociados a cada cuestionario respondido por un paciente		

Cuadro 3.42: Iniciar sesión pacientes

Identificador	RF.28	Nombre	Iniciar sesión pacientes
Prioridad	Alta	Versión	1.0
Dependencias	CU.12		
Descripción	El sistema debe disponer de un sistema de autenticación que permita a los pacientes iniciar sesión en la aplicación móvil		

Cuadro 3.43: Calcular puntuación

Identificador	RF.29	Nombre	Calcular puntuación
Prioridad	Alta	Versión	1.0
Dependencias	CU.13		
Descripción	El sistema debe asignar una puntuación a cada cuestionario respondido, mediante la suma de las puntuaciones asociadas a cada una de las respuestas dadas por el paciente.		

Cuadro 3.44: Asignar estado

Identificador	RF.30	Nombre	Asignar estado
Prioridad	Alta	Versión	1.0
Dependencias	CU.13		
Descripción	El sistema debe asignar un estado a cada cuestionario respondido, en función de los umbrales definidos para el cuestionario correspondiente		

Cuadro 3.45: Cerrar sesión pacientes

Identificador	RF.31	Nombre	Cerrar sesión pacientes
Prioridad	Alta	Versión	1.0
Dependencias	CU.11		
Descripción	El sistema debe permitir cerrar la sesión a los pacientes.		

Cuadro 3.46: Recuperar datos de cuestionario

Identificador	RF.32	Nombre	Recuperar datos de cuestionario
Prioridad	Alta	Versión	1.0
Dependencias	CU.13		
Descripción	El sistema debe recuperar los datos asociados a un cuestionario a partir de su identificador.		

3.5. Matriz de trazabilidad

La tabla 3.47 muestra la matriz de trazabilidad, que relaciona los casos de uso con los requisitos funcionales.

3.6. Requisitos no funcionales

Los requisitos no funcionales son aquellos que, si bien describen el proyecto, no pueden ser considerados como funcionalidades.

En primer lugar, se listarán los requisitos o funcionales que se han identificado y, posteriormente, serán especificados y clasificados según su naturaleza.

RNF.1: Localización material

RNF.2: Facilidad de comprensión

RNF.3: Localización de funcionalidades

RNF.4: Documentación eficaz

RNF.5: Documentación prescindible

RNF.6: Coherencia orden botones

RNF.7: Coherencia texto acciones

RNF.8: Tiempo de respuesta

RNF.9: Internacionalización

RNF.10: Cumplimiento LOPD

RNF.11: Plataforma

RNF.12: Compatibilidad

3.6.1. Requisitos del producto

Los requisitos del producto son restricciones sobre el comportamiento del sistema, por lo que establecen límites sobre lo que los arquitectos e ingenieros software pueden hacer.

Requisitos de usabilidad

Los requisitos de usabilidad son aquellos que definen el esfuerzo que necesita hacer un usuario para aprender, usar, ingresar datos e interpretar los resultados obtenidos de una aplicación.

Cuadro 3.48: Localización material

Identificador	RNF.USA.01	Nombre	Localización material
Prioridad	Alta	Versión	1.0
Descripción	Los usuarios serán capaces de localizar el material de formación rápidamente		

Cuadro 3.49: Facilidad de comprensión

Identificador	RNF.USA.02	Nombre	Facilidad de comprensión
Prioridad	Alta	Versión	1.0
Descripción	<p>Los usuarios estarán en condiciones de utilizar correctamente cualquier funcionalidad principal del sistema tras la lectura del material de formación.</p> <p>Una funcionalidad se considera principal si aparece en el diagrama de casos de uso general del sistema.</p>		

Cuadro 3.50: Localización de funcionalidades

Identificador	RNF.USA.03	Nombre	Localización de funcionalidades
Prioridad	Alta	Versión	1.0
Descripción	<p>Los usuarios podrán localizar cualquier funcionalidad principal del sistema rápidamente.</p> <p>Una funcionalidad se considera principal si aparece en el diagrama de casos de uso general del sistema.</p>		

Cuadro 3.51: Documentación eficaz

Identificador	RNF.USA.04	Nombre	Documentación eficaz
Prioridad	Alta	Versión	1.0
Descripción	Los usuarios estarán en condiciones de utilizar correctamente cualquier funcionalidad del sistema tras la lectura del material de formación.		

Cuadro 3.52: Documentación prescindible

Identificador	RNF.USA.05	Nombre	Documentación prescindible
Prioridad	Alta	Versión	1.0
Descripción	Los usuarios estarán en condiciones de utilizar correctamente y sin consultar el material de formación cualquier funcionalidad principal del sistema tras un breve periodo de uso. Una funcionalidad se considera principal si aparece en el diagrama de casos de uso general del sistema.		

Cuadro 3.53: Coherencia orden botones

Identificador	RNF.USA.06	Nombre	Coherencia orden botones
Prioridad	Alta	Versión	1.0
Descripción	Dos botones siempre deben aparecer en el mismo orden en cualquier página.		

Cuadro 3.54: Coherencia texto acciones

Identificador	RNF.USA.07	Nombre	Coherencia texto acciones
Prioridad	Alta	Versión	1.0
Descripción	El texto relacionado con acciones del mismo tipo estándar harán uso siempre del mismo verbo. Los tipos estándar de acciones serán guardar, eliminar, suprimir, modificar y ver detalle.		

3.6.2. Requisitos de eficiencia

Los requisitos de eficiencia están relacionados con el desempeño en cuanto a tiempo de respuesta, número de operaciones por segundo, consumo de memoria, etc.

Cuadro 3.55: Tiempo de respuesta

Identificador	RNF.EFI.01	Nombre	Tiempo de respuesta
Prioridad	Alta	Versión	1.0
Descripción	<p>El tiempo de respuesta ante cualquier petición HTTP debe ser inferior a 2 segundos. La medición se realizará desde el entorno de preproducción, considerando un acceso concurrente de 50 usuarios, y sin que interfiera ningún otro sistema con el que comparta recursos.</p> <p>En caso de que en alguna petición concreta, por motivos de complejidad, no sea viable técnicamente satisfacer esta medida, se justificará adecuadamente.”</p>		

Requisitos de mantenibilidad

Cuadro 3.56: Internacionalización

Identificador	RNF.MAN.01	Nombre	Internacionalización
Prioridad	Alta	Versión	1.0
Descripción	<p>La aplicación debe poder traducirse a otros idiomas sin necesidad de modificar ninguna línea de código más que enumerados en caso de que el diseño así lo requiera.</p>		

3.6.3. Requisitos externos

Los requisitos externos se derivan del entorno organizacional en el cual se desarrolla el sistema y pueden hacerse tanto sobre el producto como sobre el proceso de desarrollo de software.

Requisitos legales

Los requisitos legales hacen referencia a leyes y reglamentos que establecen qué debe hacer el sistema y cómo debe hacerlo para cumplir con las disposiciones legales.

Cuadro 3.57: Cumplimiento LOPD

Identificador	RNF.LEG.01	Nombre	Cumplimiento LOPD
Prioridad	Alta	Versión	1.0
Descripción	Las medidas técnicas aplicables sobre cada nivel y tipo de dato recogido de carácter personal serán las establecidas por la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal [16].		

Requisitos de implementación

Los requisitos de implementación indican las pautas que deben seguirse a la hora de implementar el sistema.

Cuadro 3.58: Plataforma

Identificador	RNF.IMP.01	Nombre	Plataforma
Prioridad	Alta	Versión	1.0
Descripción	La aplicación móvil debe ser compatible con dispositivos Android 4.2 y posterior (API Level 17)		

Cuadro 3.59: Compatibilidad

Identificador	RNF.IMP.02	Nombre	Compatibilidad
Prioridad	Alta	Versión	1.0
Descripción	La aplicación web debe visualizarse correctamente en el navegador Internet Explorer 8.		

3.7. Restricciones de diseño

En este epígrafe se expondrán las restricciones de diseño que debe tener en cuenta el equipo de desarrollo a la hora de enfrentarse al proyecto. Estas restricciones pueden venir impuestas por el cliente, por everis o por las propias características del proyecto.

Cuadro 3.60: Framework de desarrollo - ehCOS

Identificador	RD.01	Nombre	Framework de desarrollo - ehCOS
Prioridad	Alta	Origen	everis
Dependencias			
Descripción	El desarrollo de la aplicación web debe hacerse utilizando el framework de desarrollo ehCOS, propiedad de everis.		

Cuadro 3.61: Framework de desarrollo - ehCOS mobile

Identificador	RD.02	Nombre	Framework de desarrollo - ehCOS mobile
Prioridad	Alta	Origen	everis
Dependencias			
Descripción	El desarrollo de la aplicación móvil debe hacerse utilizando el framework de desarrollo ehCOS mobile, propiedad de everis.		

Cuadro 3.62: Framework de desarrollo - ZK

Identificador	RD.03	Nombre	Framework de desarrollo - ZK
Prioridad	Alta	Origen	everis
Dependencias			
Descripción	El desarrollo front-end de la aplicación móvil debe hacerse utilizando el framework ZK.		

Cuadro 3.63: lenguaje de programación - Java

Identificador	RD.04	Nombre	Lenguaje de programación - Java
Prioridad	Alta	Origen	everis
Dependencias			
Descripción	El desarrollo back-end de la aplicación web debe realizarse utilizando Java como lenguaje de programación.		

Cuadro 3.64: Versión de Java - 1.6

Identificador	RD.05	Nombre	Versión de Java - 1.6
Prioridad	Alta	Origen	Cliente
Dependencias			
Descripción	El desarrollo de la aplicación web debe realizarse utilizando Java en su versión 1.6.		

3.8. Seguridad

En un principio, las peticiones que se hagan al servidor no estarán securizadas, ya que, para ello, sería necesario disponer de un certificado, lo que requiere que la aplicación se encuentre desplegada en una dirección IP con dominio asignado. Dado que antes de lanzar la aplicación, se hará un piloto con pacientes, se ha decidido esperar a comprar el dominio y solicitar el certificado una vez el piloto haya finalizado de forma exitosa. Sin embargo, para garantizar la confidencialidad de los datos durante el piloto, no se trabajará con datos reales de pacientes en la aplicación, sino que cada paciente estará identificado por un código aleatorio, de modo que sólo los facultativos de la unidad de digestivo conozcan la correspondencia entre el código y el paciente real.

Capítulo 4

Diseño

4.1. Arquitectura del sistema	77
4.1.1. Ventajas del modelo cliente-servidor	77
4.1.2. Desventajas del modelo cliente-servidor	79
4.1.3. Justificación de la elección	79
4.2. Patrones de diseño	79
4.2.1. Patrón MVC	79
4.2.2. Patrón DTO	80
4.2.3. Patrón DAO	82
4.3. Subsistema servidor	82
4.4. Subsistema aplicación web	83
4.5. Subsistema aplicación móvil	83
4.6. Base de datos	88
4.7. Diagramas de secuencia	88
4.8. Análisis de tecnologías	94
4.8.1. Sistema operativo	94
4.8.2. Sistema Gestor de Bases de datos	94
4.8.3. Seguimiento de incidencias	97
4.8.4. Entorno de desarrollo	97
4.8.5. Comunicación entre sistemas	97
4.8.6. Librería de gráficos	97
4.8.7. Acceso a datos	98
4.8.8. Inyección de dependencias	99
4.8.9. Librería de serialización/deserialización	99

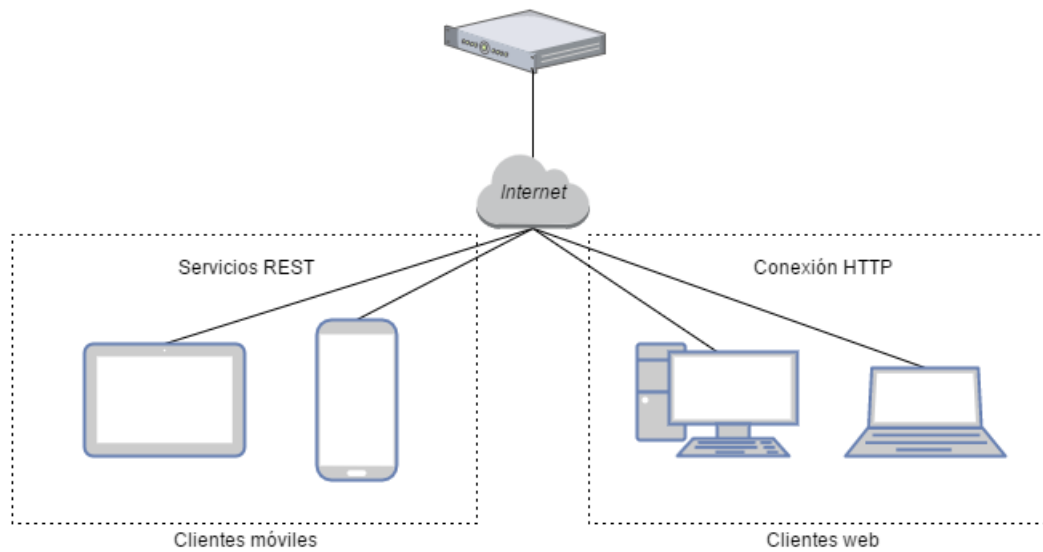


Figura 4.1: Arquitectura del sistema

4.1. Arquitectura del sistema

La arquitectura que se va a emplear para el desarrollo del sistema de seguimiento es una arquitectura de tipo cliente-servidor, que consta, en este caso, de dos clientes y un servidor.

El modelo cliente-servidor se caracteriza por ser un modelo en el que las tareas se dividen entre los proveedores de recursos o servidores, y los demandantes o clientes. Así, un cliente hace una petición a otro programa, llamado servidor, quien le da respuesta.

Las figuras 4.1 y 4.2 representan la arquitectura del sistema a alto y bajo nivel, respectivamente.

4.1.1. Ventajas del modelo cliente-servidor

El modelo cliente-servidor presenta una serie de ventajas frente a otras arquitecturas:

- **Centralización del control:** Los accesos, recursos y la integridad de los datos son controlados únicamente por el servidor, de modo que un programa cliente defectuoso no puede dañar el sistema. Esta centralización también facilita la tarea de actualización de los datos u otros recursos.
- **Escalabilidad:** Este tipo de organización favorece el aumento de la capacidad de clientes y servidores por separado. Cualquier elemento puede ser aumentado o mejorado en cualquier momento, y es posible añadir nuevos componentes al sistema.

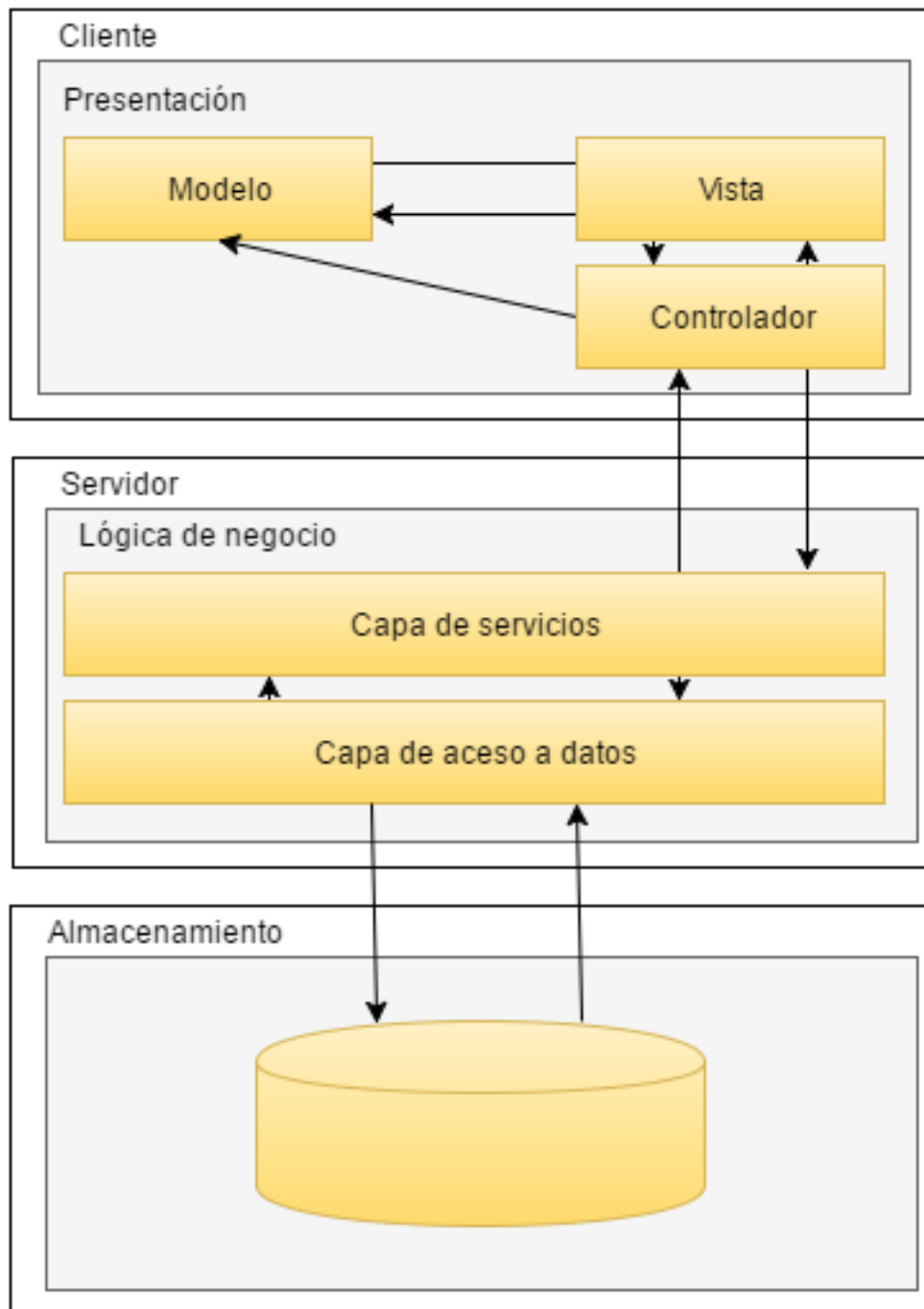


Figura 4.2: Arquitectura del sistema a bajo nivel

- **Facilidad de mantenimiento:** Al estar divididas las funcionalidades y responsabilidades entre varios componentes independientes, es posible sustituir servicios o servidores sin afectar a los clientes.

4.1.2. Desventajas del modelo cliente-servidor

Este modelo presenta, sin embargo, una serie de desventajas

- **Disponibilidad:** Cuando un servidor no está disponible, las peticiones de los clientes no pueden ser atendidas.
- **Concurrencia:** La congestión del tráfico en el acceso al servidor es uno de los grandes problemas de esta arquitectura, pues si una gran cantidad de clientes envían solicitudes de forma simultánea a un mismo servidor, este puede no ser capaz de atenderlas a todas, pudiendo llegar a producirse una caída del sistema.

4.1.3. Justificación de la elección

A pesar de las desventajas con que cuenta esta arquitectura, se presenta como la más adecuada para el proyecto que nos atañe.

Al tratarse de un proyecto pensado para el ámbito sanitario, la integridad de los datos es de vital importancia, por lo que es preciso que éstos sean controlados únicamente por el servidor.

Por otra parte, uno de los componentes del sistema es una aplicación móvil, por lo que es preciso tener en cuenta esta particularidad a la hora de escoger la arquitectura a emplear. Actualmente, uno de los mayores problemas de los dispositivos móviles es la autonomía, por lo tanto, debe evitarse, en la medida de lo posible, el procesamiento de datos complejos en la aplicación móvil. Por este motivo, se ha decidido que la aplicación móvil realice el menor procesamiento posible, siendo el servidor el encargado del procesamiento de los datos y las llamadas a servicios.

Es cierto que al arquitectura cliente-servidor presenta problemas de rendimiento a nivel de concurrencia, pero en este caso serán mínimos ya que el número de pacientes con los que puede contar el sistema no es muy elevado, y los cuestionarios se realizan en momentos muy puntuales.

4.2. Patrones de diseño

4.2.1. Patrón MVC

El patrón Modelo-Vista-Controlador (MVC), ilustrado en la figura 4.3 es un patrón de diseño que separa el modelado del dominio, la presentación, y las acciones basadas en la entrada del usuario en tres clases diferenciadas:

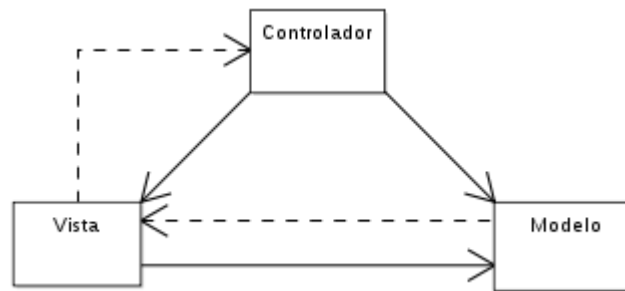


Figura 4.3: Arquitectura Modelo-Vista-Controlador

- **Modelo:** El modelo gestiona el comportamiento y los datos del dominio de la aplicación, responde a peticiones de información sobre su estado (típicamente desde la vista), y a instrucciones de cambio de estado (típicamente desde el controlador).
- **Vista:** La vista maneja la representación de la información.
- **Controlador:** El controlador interpreta las órdenes del usuario, informando al modelo y/o la vista para que cambien de la forma correspondiente.

De este modo, es posible modificar el comportamiento interno de la aplicación sin necesidad de realizar cambios en la interfaz gráfica. Es decir, por un lado tenemos componentes que definen la representación de la información, y por otro, la interacción con el usuario.

Es importante destacar que tanto la Vista como el Controlador son dependientes del Modelo. Sin embargo, el Modelo no depende ni de la Vista ni del Controlador. Esta es una de las claves que fomentan la separación, lo que permite que el modelo sea testado independientemente de la representación visual. La separación entre vista y controlador es secundaria en muchas ocasiones y, de hecho, muchos frameworks implementan ambos roles como un solo objeto [17]. En aplicaciones web, sin embargo, la separación entre la Vista y el Controlador suele estar muy bien definida.

4.2.2. Patrón DTO

El patrón DTO es un patrón de diseño que se utiliza para aislar el dominio de la presentación [18]. Así, cuando una entidad se recupera de la base de datos, es convertida a un DTO, de modo que tanto el controlador como la capa de servicios de la aplicación trabajarán con el objeto DTO, en lugar de trabajar directamente sobre la entidad, mientras que las entidades o clases persistentes sólo se usarán en la capa de servicios para la comunicación con la capa de acceso a datos.

La figura 4.4 ilustra el patrón DTO.

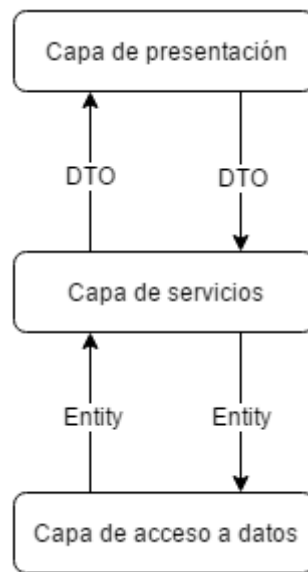


Figura 4.4: Patrón DTO

Las ventajas de utilizar DTOs en lugar de usar siempre objetos persistentes son las siguientes:

- Supone una capa de abstracción que permite ocultar aquellos componentes propios del módulo de datos que no se quiera que sean visibles a través de los servicios. Por ejemplo, la tabla usuario de la aplicación contiene un campo contraseña. Sin embargo, este campo sólo es necesario a la hora de iniciar sesión, y puede ser que no queramos que el resto de servicios de la aplicación que necesiten datos del usuario reciban este campo. Para ello, podríamos hacer una conversión de la clase persistente Usuario a UsuarioDTO, siendo este último una clase que contenga todos los campos de Usuario, a excepción de contraseña.
- Permite eliminar aquellos parámetros de auditoría presentes en las tablas y clases persistentes que no sean necesarios para el funcionamiento de la aplicación. Por ejemplo, imaginemos que queremos llevar un registro de qué usuario ha modificado qué filas de la base de datos y en qué momento. Para ello, a la hora de crear o modificar objetos en la base de datos, la consulta SQL que se generará, y por tanto el objeto persistente, contendrán datos referentes al usuario que realiza la modificación y la fecha. Sin embargo, estos datos no son necesarios para el correcto funcionamiento de la aplicación, por lo que suponen un tráfico de datos innecesario.
- Las clases persistentes están condicionadas por el mapeo que se realiza con la base de datos, sin embargo, en ocasiones, es necesario que un servicio

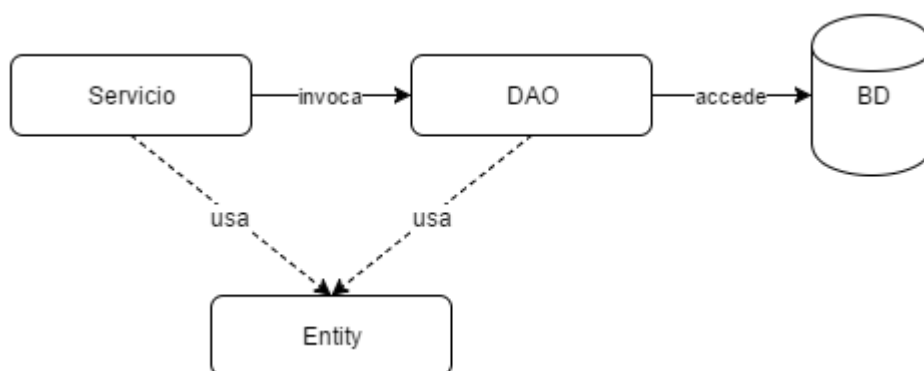


Figura 4.5: Patrón DAO

devuelva información que se encuentra en diferentes clases, o incluso información que no se relaciona directamente con contenido de la base de datos, y que es calculada a partir de los datos de una clase. El patrón DTO permite la creación de una clase personalizada que contenga los datos necesarios que debe recibir o devolver un servicio. Por ejemplo, si vamos a utilizar servicios REST, sólo podemos enviar un objeto en el cuerpo de la llamada. Sin embargo, es posible que tengamos que transmitir datos pertenecientes a dos o más entidades diferentes, por lo que necesitaríamos crear un objeto DTO que encapsule todos los parámetros necesarios para llamar al servicio.

4.2.3. Patrón DAO

Para la implementación de la capa de acceso a datos se hará uso del patrón DAO (Data Access Object). Se trata de un patrón introducido en el desarrollo de aplicaciones J2EE y consiste en la definición de una capa de acceso a los datos, de forma que la aplicación no tiene por qué conocer el destino de los mismos ni su tipo de almacenamiento, tan sólo las operaciones definidas para cada tipo de dato.

La figura 4.5 ilustra el patrón DAO [19].

Típicamente, este patrón se implementa mediante la definición de interfaces DAO, que son las que utilizarán los servicios que acceden a los datos para conocer cuáles son las operaciones que pueden utilizar. Siguiendo este patrón, se creará un DAO por cada clase persistente o *entity*.

4.3. Subsistema servidor

El subsistema servidor es el encargado del procesamiento de peticiones por parte de los clientes, actuando como un intermediario entre éstos y el almacenamiento de datos.

El subsistema servidor se comunica con los clientes mediante el intercambio de Data Transfer Objects, y aplica el patrón DAO para el acceso a datos. Tal y como refleja la figura 4.1, la comunicación con la *aplicación web* se realiza a través de peticiones HTTP, mientras que la comunicación con la *aplicación móvil* se realiza a través de servicios REST.

Dada la envergadura del diagrama de clases del servidor, se ha decidido dividirlo en diagramas más pequeños donde se muestre la relación de cada uno de los servicios con el resto de clases del sistema. Los servicios actúan como puente entre los controladores y los datos del sistema, por lo que, de este modo, podemos conocer sus relaciones y se da lugar a diagramas lo suficientemente sencillos como para que éstas se puedan apreciar fácilmente. El diagrama completo será entregado como anexo al presente documento.

Los diagramas correspondientes a los servicios pueden consultarse en las figuras 4.6 a 4.16.

4.4. Subsistema aplicación web

El subsistema aplicación web actúa como uno de los clientes del sistema, siendo una interfaz entre los facultativos y los servicios asociados a la gestión de pacientes y cuestionarios. El cliente web trabaja con DTOs obtenidos del servidor a través de peticiones HTTP, y su arquitectura está basada en el Modelo-Vista-Controlador.

El diagrama de clases de este subsistema puede consultarse en la figura 4.17.

Por simplicidad del diagrama, y para facilitar su inclusión en la memoria, no se muestran las interfaces, ni tampoco los atributos y métodos de las clases. Por otro lado, tampoco se muestra la relación de este sistema con los datos, si bien se puede inferir de los servicios con los que se relaciona cada una de las clases, y de las relaciones presentes en las figuras 4.6 a 4.16.

4.5. Subsistema aplicación móvil

El subsistema aplicación móvil actúa como otro cliente del sistema, siendo una interfaz entre los pacientes y los servicios asociados a la respuesta de cuestionarios.

En este subsistema se trabaja con DTOs obtenidos del servidor a través de servicios REST, y su arquitectura está basada en el Modelo-Vista-Controlador.

Dado que los facultativos pueden crear, editar o eliminar cuestionarios en cualquier momento, la aplicación obtiene siempre los datos del servidor, en lugar de almacenar una copia en la base de datos de Android, de modo que se asegura que siempre se trabaje con datos actualizados.

La figura 4.18 muestra el diagrama de clases de la aplicación web. Por simplicidad del diagrama, y para facilitar su inclusión en la memoria, no se muestran

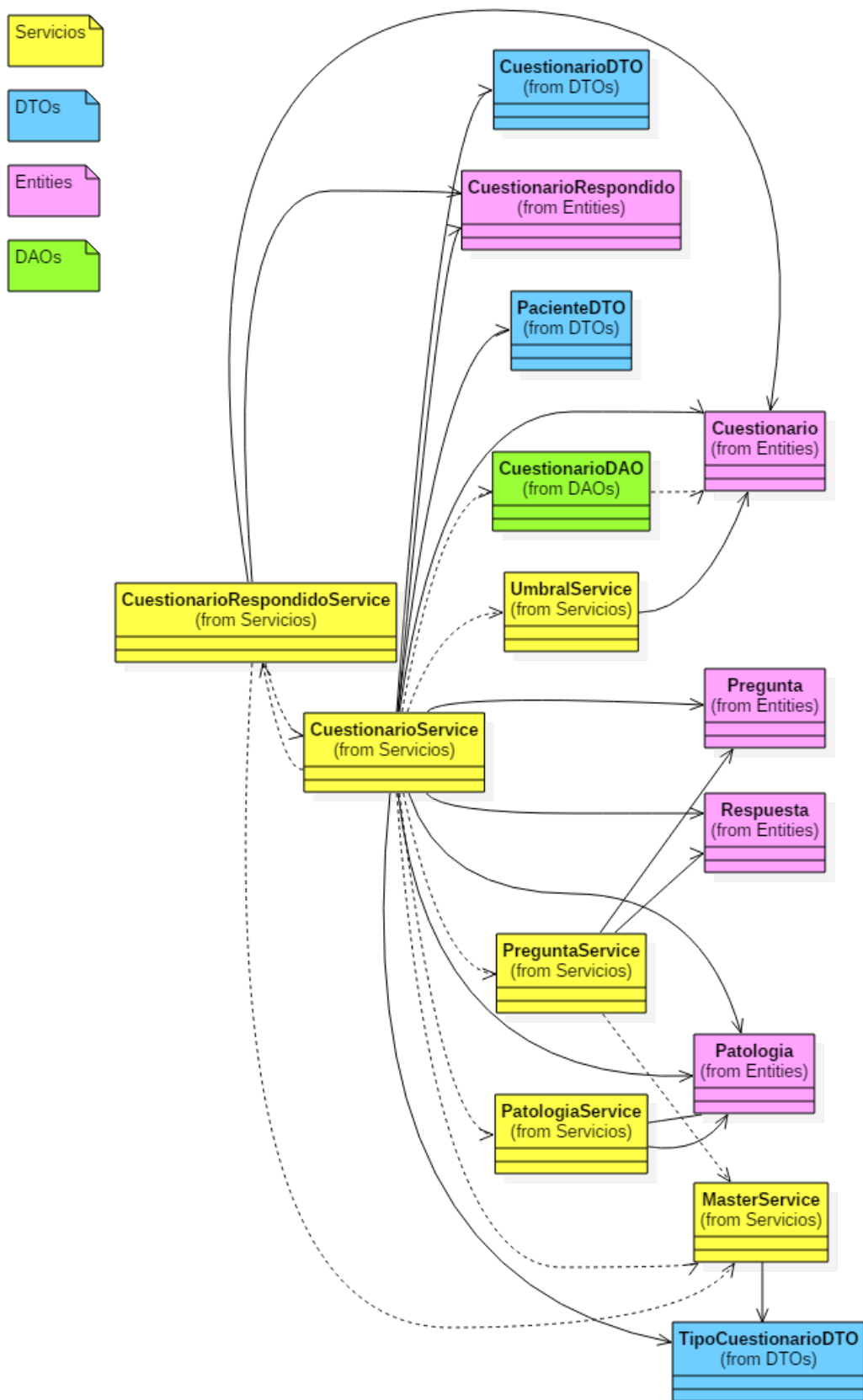


Figura 4.6: CuestionarioService

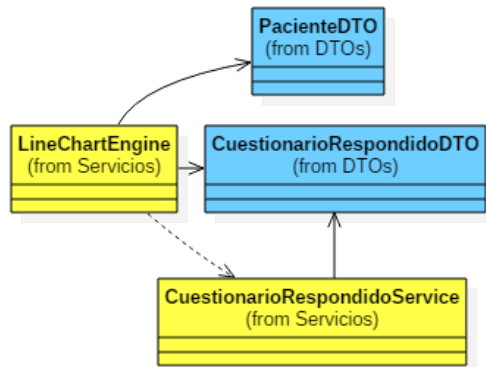


Figura 4.7: LineChartEngine

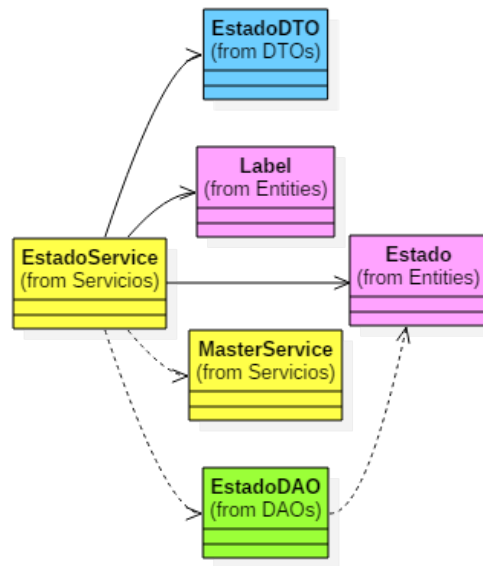


Figura 4.8: EstadoService

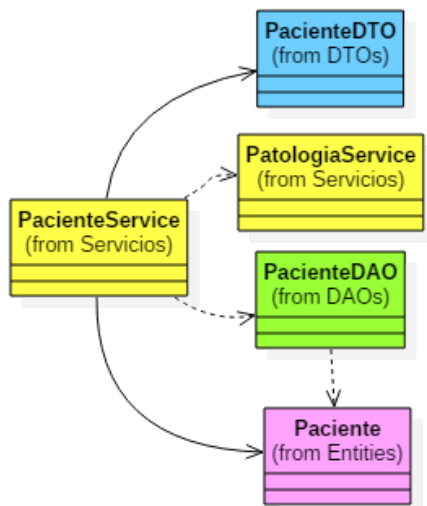


Figura 4.9: PacienteService

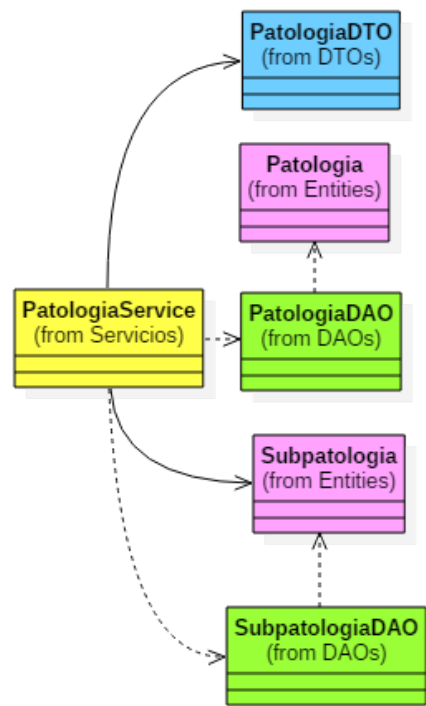


Figura 4.10: PatologiaService

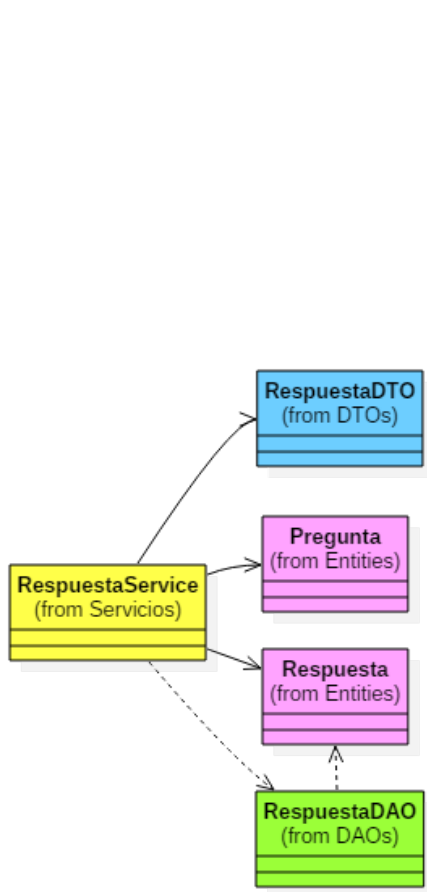


Figura 4.11: RespuestaService

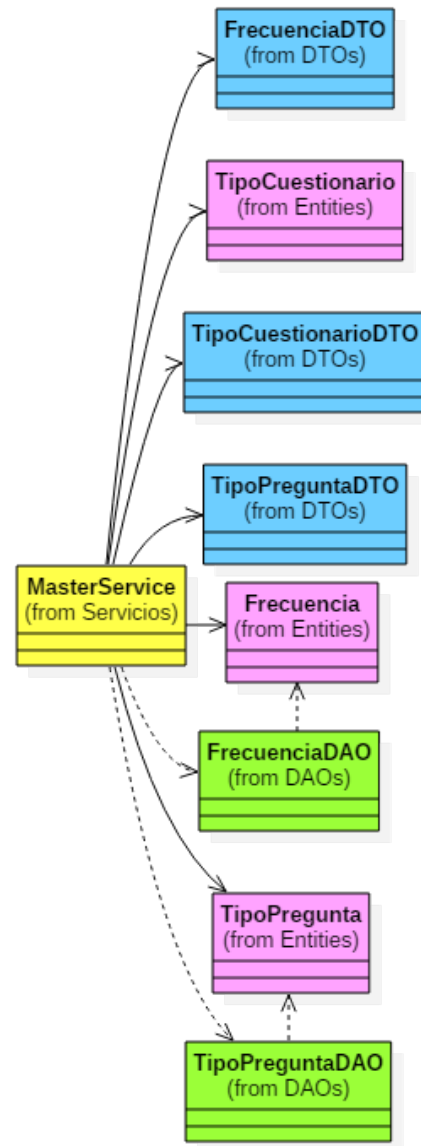


Figura 4.12: MasterService

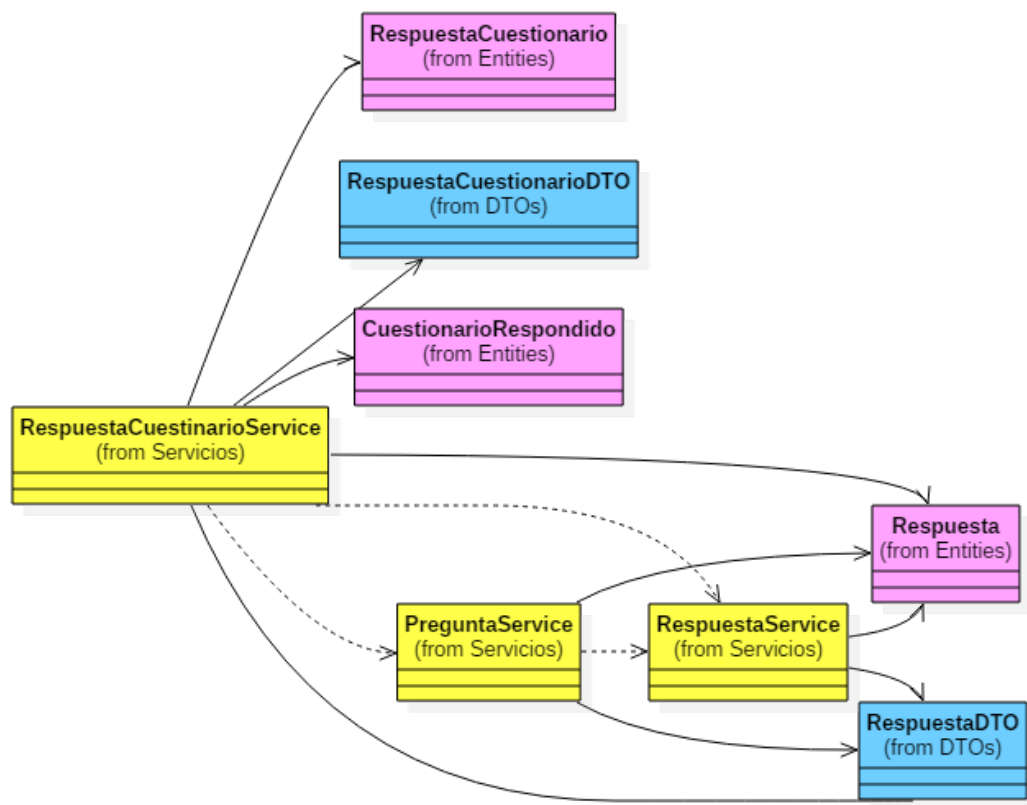


Figura 4.13: RespuestaCuestionarioService

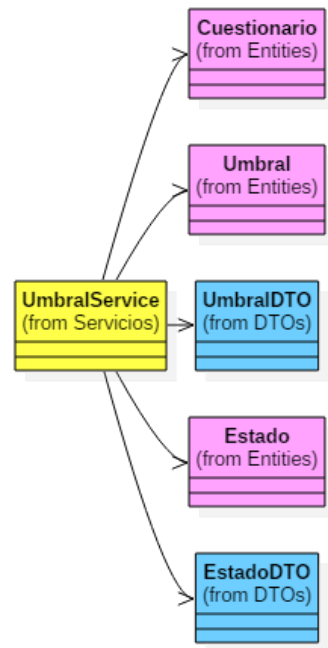


Figura 4.14: UmbralService

las interfaces, ni tampoco los atributos y métodos de las clases. Por otro lado, tampoco se muestra la relación de este sistema con los datos, si bien se puede inferir de los servicios con los que se relaciona cada una de las clases.

En la figura 4.19 se muestra la relación entre la aplicación Android y los servicios del servidor, por medio de servicios REST.

4.6. Base de datos

En este epígrafe se presenta el diagrama entidad-relación que define la base de datos que se implementará en el sistema. En este caso, tan sólo se especificarán en el diseño las tablas implementadas *ad-hoc* para el proyecto, aunque el sistema hará uso también de tablas correspondientes al framework *ehCOS*.

El diagrama entidad-relación se muestra en la figura 4.20.

4.7. Diagramas de secuencia

Un **diagrama de secuencia** muestra la interacción de un conjunto de objetos en una aplicación a través del tiempo y permite modelar cada caso de uso. Mientras que el diagrama de casos de uso es independiente de la implementación,

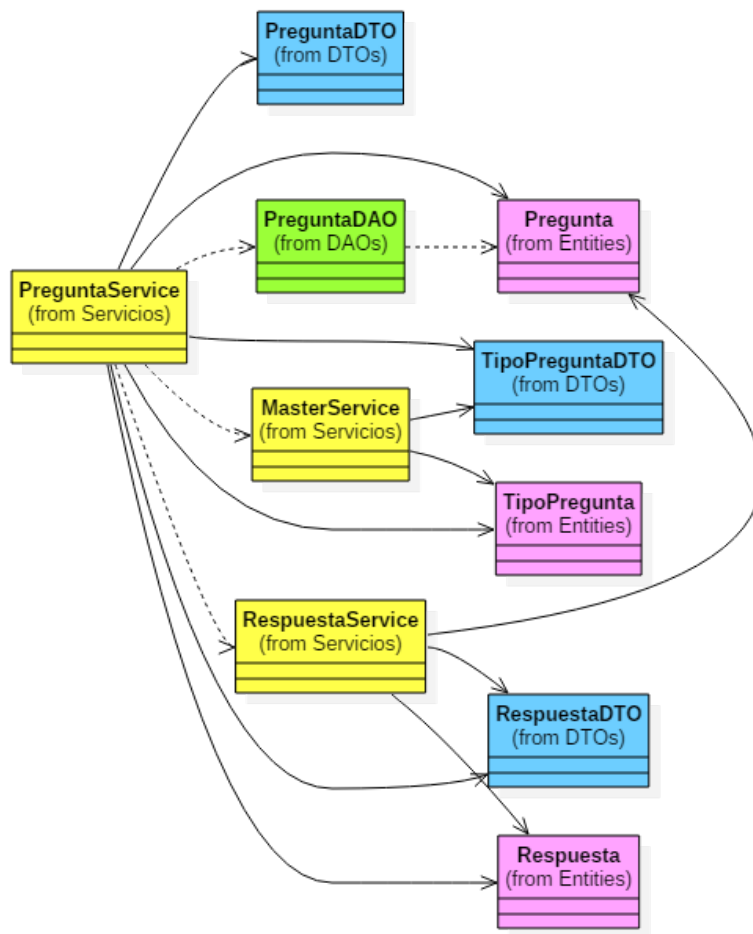


Figura 4.15: PreguntaService

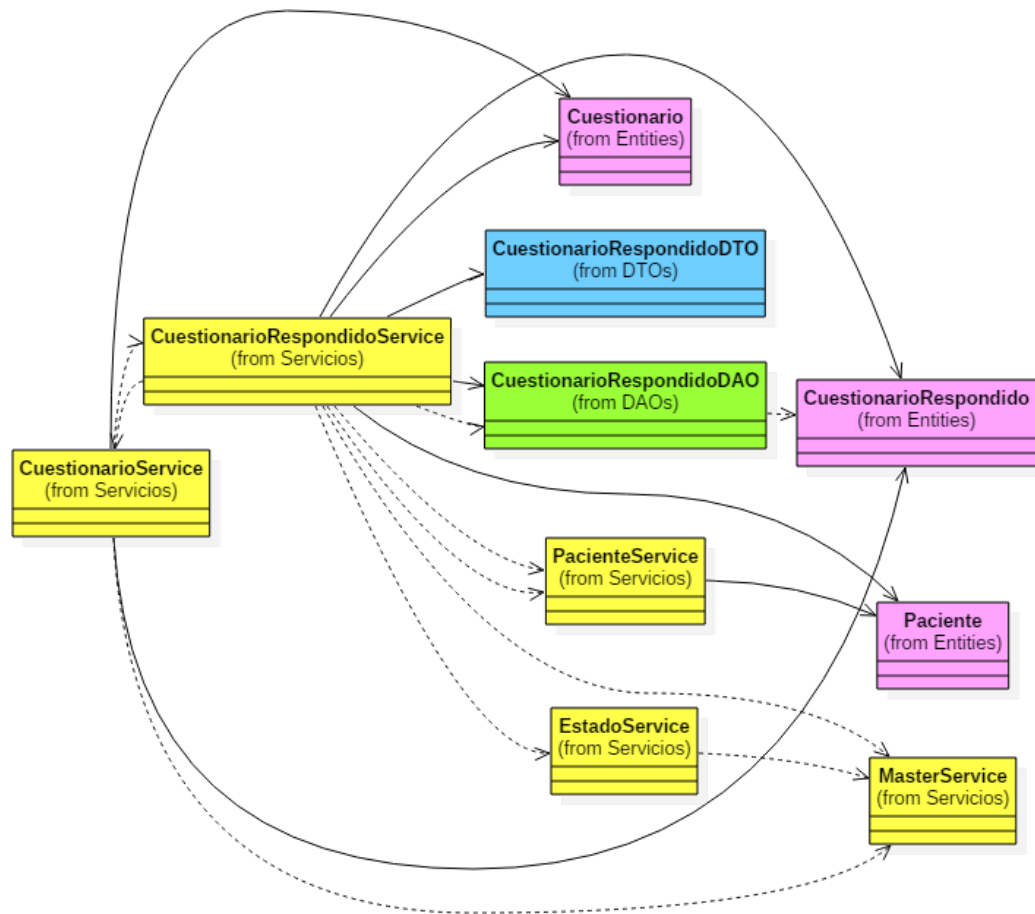


Figura 4.16: CuestionarioRespondidoService

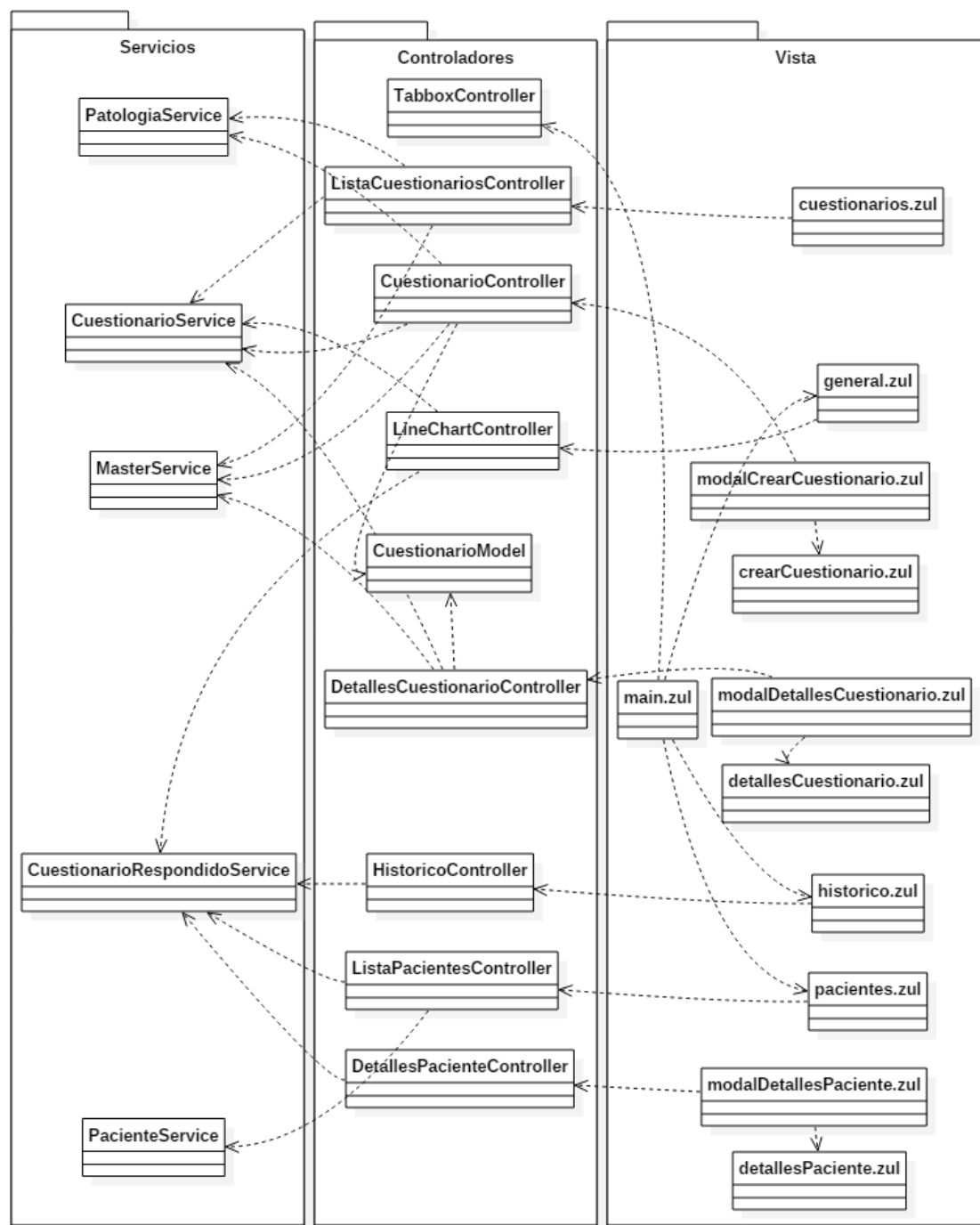


Figura 4.17: Diagrama de clases de la aplicación web

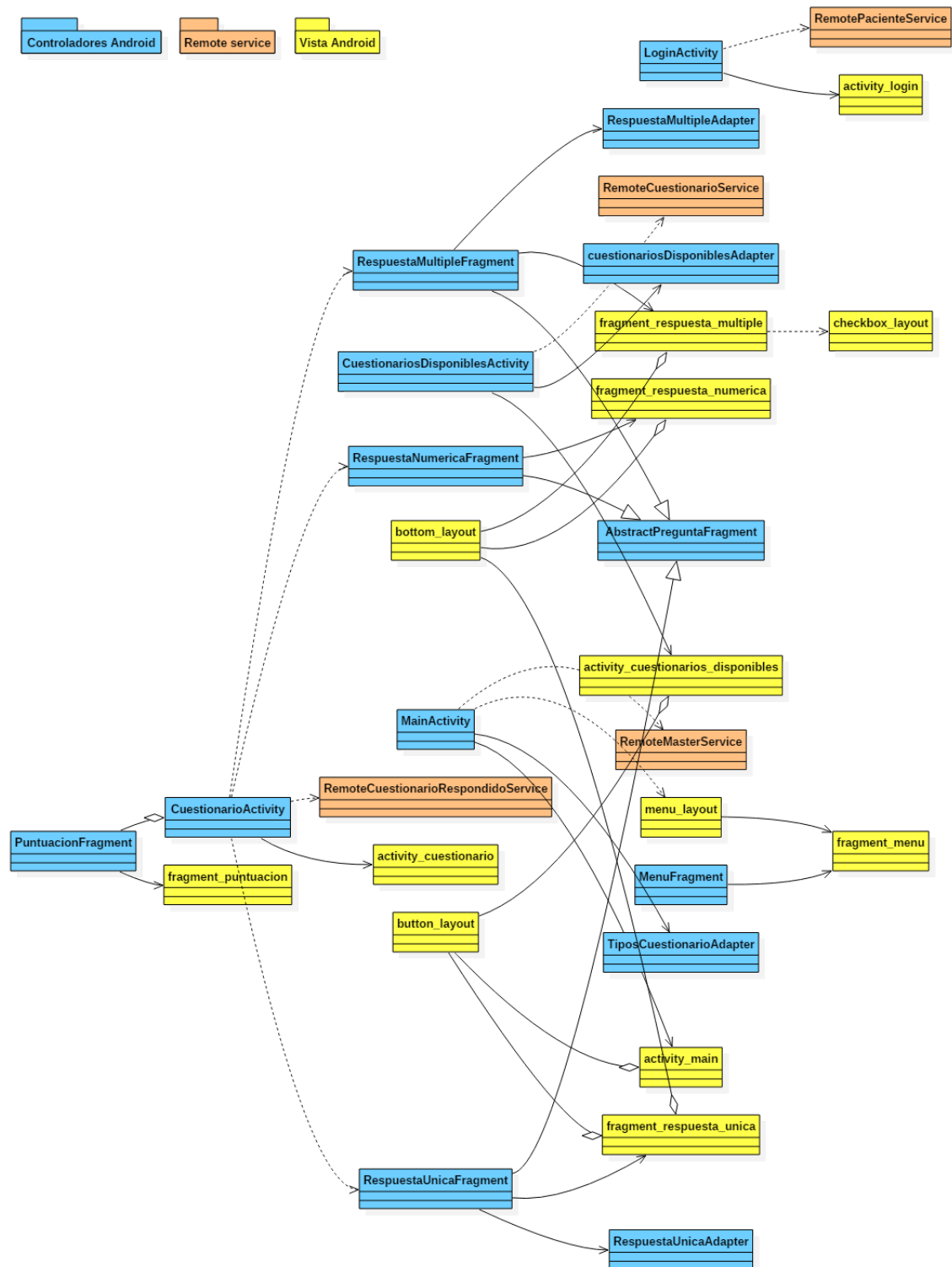


Figura 4.18: Diagrama de clases de la aplicación móvil

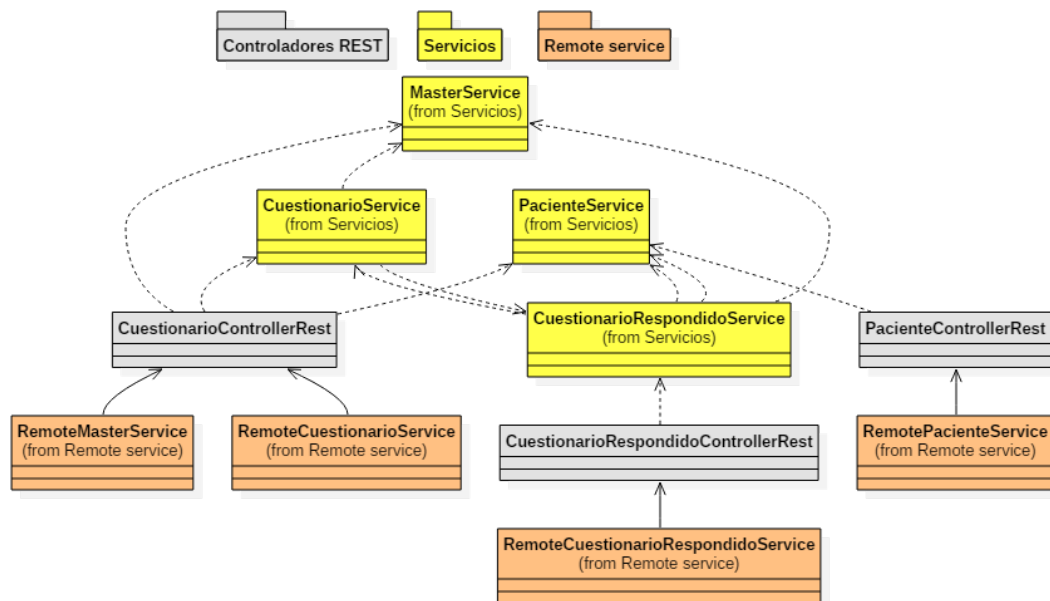


Figura 4.19: Diagrama de clases de los servicios REST

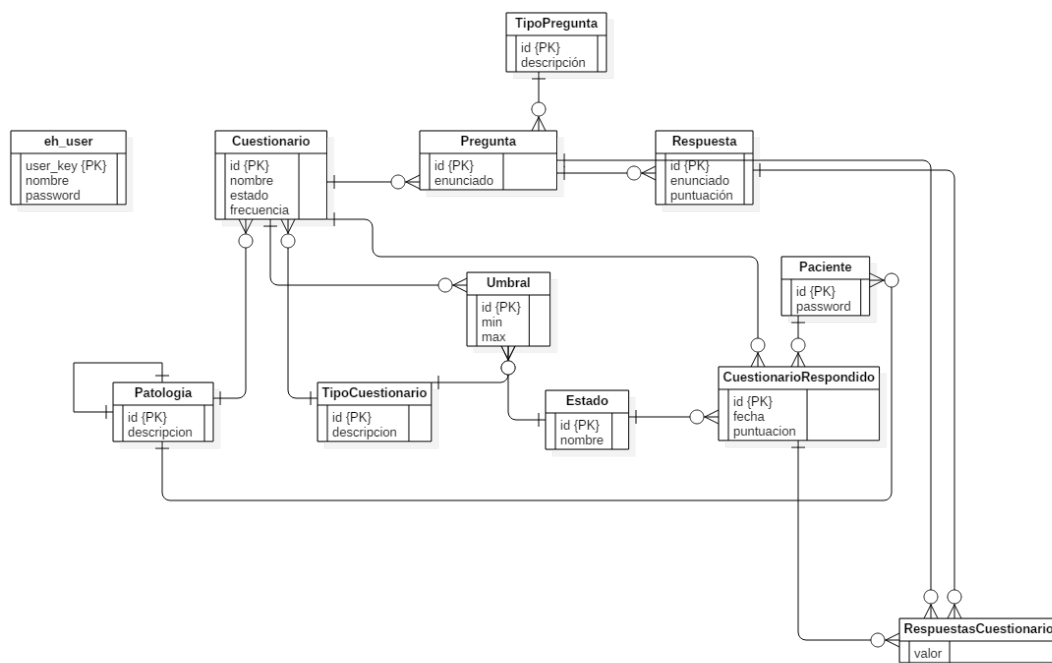


Figura 4.20: Diagrama entidad-relación

el diagrama de secuencia contiene detalles de implementación, incluyendo todos los objetos que interaccionan.

En este caso, se ha decidido realizar diagramas de secuencia de las funcionalidades más complejas del sistema, es decir, los casos de uso *Crear cuestionario* y *Responder cuestionario*. El resto de casos de uso tiene una complejidad baja y, por ello, su especificación en texto se considera suficiente.

Dada la alta complejidad de los casos de uso a especificar, se ha decidido no incluir la gestión de errores en los diagramas, ya que la legibilidad de los mismos se vería gravemente perjudicada. Asimismo, el caso de uso *Responder cuestionario* sólo muestra la interacción entre objetos de la aplicación móvil.

Los diagramas de secuencia de los casos de uso *Crear cuestionario* y *Responder cuestionario* se muestran en las figuras 4.21 y 4.22, respectivamente.

4.8. Análisis de tecnologías

En este capítulo se expondrán las tecnologías necesarias para desarrollar el proyecto, evaluando tanto la tecnología empleada, como las alternativas que se hubiesen considerado. Algunas de las tecnologías empleadas están relacionadas entre sí, por lo que en ocasiones la elección de una determinada tecnología condiciona el uso de otras.

4.8.1. Sistema operativo

El desarrollo del presente proyecto se ha realizado utilizando un equipo pre-configurado propiedad de everis, cuyo Sistema Operativo es *Windows 7*.

4.8.2. Sistema Gestor de Bases de datos

Aplicación

A la hora de escoger el sistema gestor de bases de datos, el equipo de desarrollo planteó inicialmente *mySQL* y *PostgreSQL*, aunque el sistema gestor empleado finalmente por el cliente será *IBM Informix*. Sin embargo, la política acordada entre la empresa y el cliente consiste en utilizar un sistema gestor diferente en el entorno de preproducción, debido a que el rendimiento de *Informix* es muy bajo, lo que produce un desaprovechamiento del tiempo de desarrollo. Dado que la tecnología empleada en el entorno del cliente será otra, lo que implica que su elección no tendrá impacto sobre el producto final, se ha escogido *PostgreSQL* usando única y exclusivamente criterios de familiaridad con su uso.

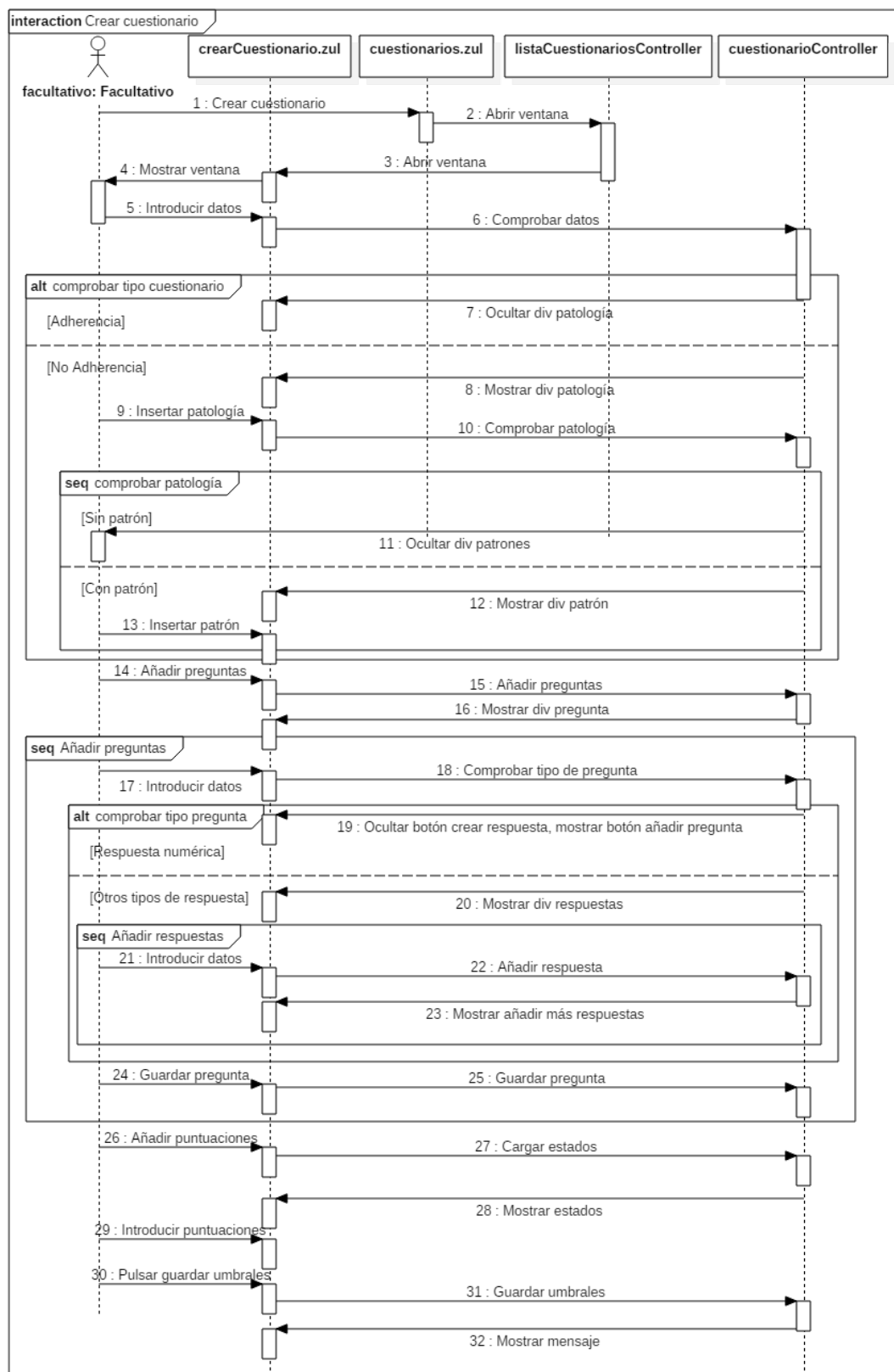


Figura 4.21: Diagrama de secuencia del caso de uso Crear Cuestionario

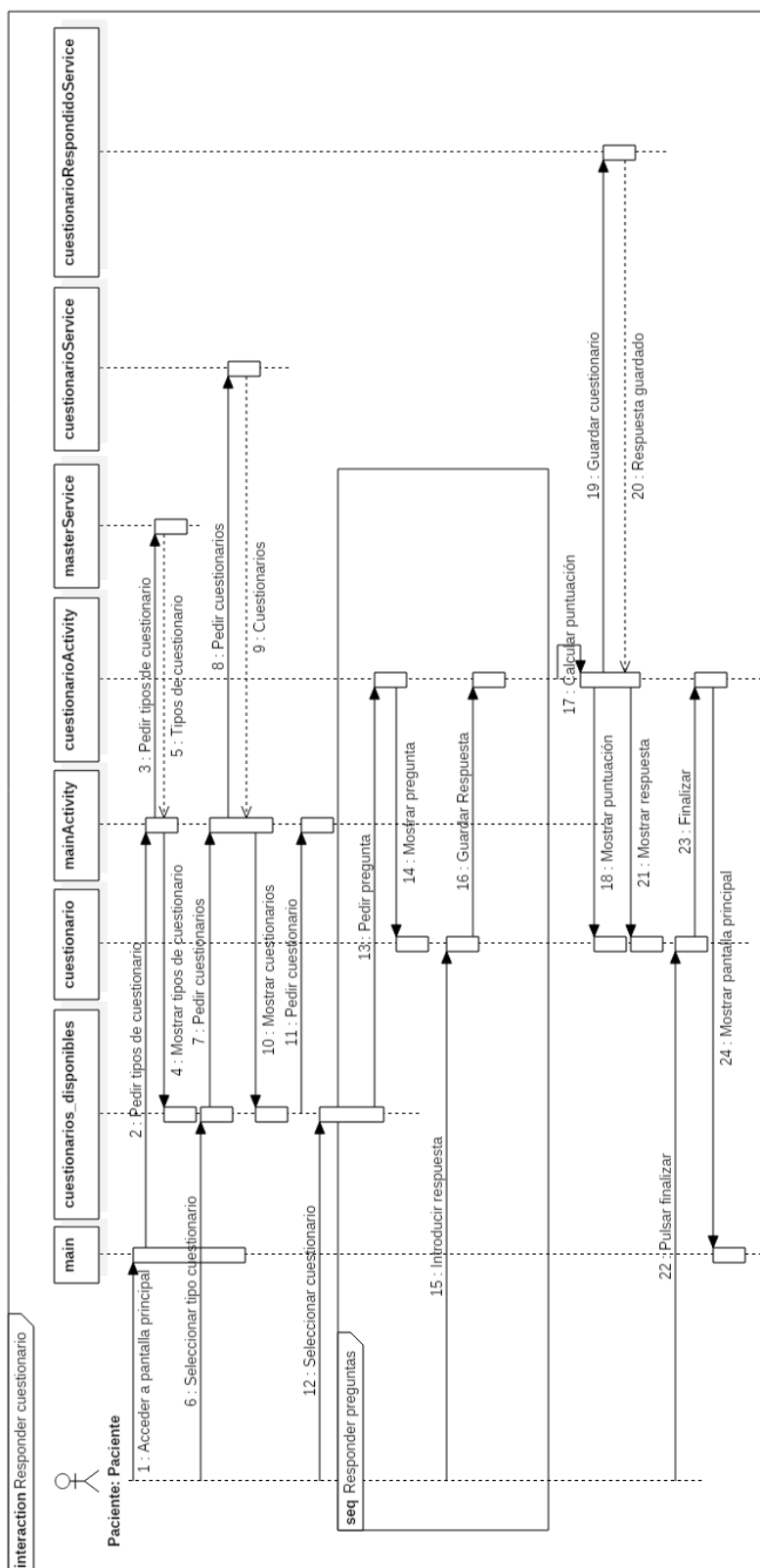


Figura 4.22: Diagrama de secuencia del caso de uso Responder Cuestionario

Base de datos de pruebas

En cuanto a la base de datos de pruebas, se ha contemplado el uso de una base de datos en disco o en memoria. Finalmente, dado que su rendimiento es mayor, y no se necesita que los datos de los tests sean persistentes, se ha decidido emplear una base de datos en memoria que se crea antes de cada test, y se vacía al final del mismo, lo que garantiza que sucesivas ejecuciones de un mismo test produzcan siempre el mismo resultado.

La tecnología concreta que se empleará es *H2*, configurada en modo *PostgreSQL*, por ser un sistema que cuenta con amplia documentación y facilidad de uso.

4.8.3. Seguimiento de incidencias

La gestión de incidencias del proyecto se llevará a cabo utilizando Atlassian Jira, por ser la herramienta utilizada por la empresa.

4.8.4. Entorno de desarrollo

El IDE utilizado para desarrollar el servidor y la aplicación web para facultativos será Eclipse, al ser el IDE utilizado habitualmente en everis. Además, se trata de un IDE con el que había trabajado anteriormente, por lo que se elimina la necesidad de formación.

Por su parte, la aplicación Android se ha desarrollado utilizando Android Studio, pues así se recomienda en las guías de desarrollo de Google.

4.8.5. Comunicación entre sistemas

La comunicación entre el servidor y la aplicación web se hace a través de servicios REST. Se ha optado por usar servicios REST en lugar de SOAP, ya que los servicios REST son más indicados en el caso de aplicaciones móviles, donde una buena gestión de los recursos es fundamental.

En este caso, se ha optado por el uso de la librería *Retrofit*, pues, aunque en un principio las peticiones no van a estar securizadas, soporta también peticiones HTTPS. Se trata además de una librería gratuita, de código abierto y ampliamente documentada, lo que facilita la formación del equipo de desarrollo en esta tecnología.

4.8.6. Librería de gráficos

A la hora de escoger una librería que permitiese la creación de gráficos en la aplicación web, se han contemplado las siguientes opciones:

- *ZK Charts*

- *Google Charts*
- *ZK Google Charts*
- *JFreeChart*

Inicialmente, se planteó *ZK Charts* como la opción idónea, por ofrecer integración plena con *ZK*, uno de los frameworks de desarrollo empleados en el proyecto. Sin embargo, no es gratuita, y, aunque ofrece 60 días de prueba gratis, la posible introducción de modificaciones posteriores a este periodo encarecería el coste del proyecto u obligaría a reimplementar la creación de gráficas empleado una librería diferente. Por este motivo, se ha desestimado su uso.

En cuanto a *Google Charts*, se trata de una alternativa gratuita y ampliamente documentada. Sin embargo, funciona sobre *JavaScript*, y no sobre *Java*, que es el lenguaje que se ha empleado en el proyecto. A pesar de que sería posible emplearlo aún teniendo en cuenta esta restricción, se ha desestimado su uso dada la existencia de librerías para *Java*.

Por su parte, *ZK Google Charts* es una librería intermedia que permite el uso de *Google Charts* sobre *Java* y *ZK*. Sin embargo, se encuentra en una fase muy temprana de su desarrollo, y sólo soporta algunas de las gráficas soportadas por *Google Charts*. Concretamente, no soporta la creación de gráficos de líneas, necesarios en este proyecto, por lo que su uso no es posible.

Por último, *JFreeChart* es una librería gratuita para *Java*, que soporta el tipo de gráfico necesario para la aplicación. Presenta como inconveniente que es una librería algo antigua, por lo que estéticamente no es demasiado bonita, y su documentación es bastante escueta. Sin embargo, al correr directamente sobre *Java*, se presenta como la mejor opción en términos de rendimiento, y ha sido utilizada por compañeros del lugar de trabajo, lo que minimiza el impacto de disponer de escasa documentación.

4.8.7. Acceso a datos

La empresa en la que se ha desarrollado el proyecto cuenta con un framework de desarrollo propio que dispone de métodos de acceso a datos que funcionan sobre *Hibernate*. Dado que este framework es utilizado en todos los proyectos sanitarios desarrollados por everis, se ha empleado dicho framework para el desarrollo, lo que ha condicionado a su vez el framework de acceso a datos.

En los casos en que ha sido necesario modificar las consultas proporcionadas por el framework *ehCOS*, se ha hecho uso de *QueryDSL*, al ser una tecnología también utilizada por el propio framework.

4.8.8. Inyección de dependencias

El framework propietario de la empresa para desarrollo web (*ehCOS*) incluye también dependencias con *Spring IoC*, por lo que se ha empleado esta tecnología como framework para inyección de dependencias en la aplicación web.

Por su parte, en el caso de la aplicación móvil, se usará para tal efecto el framework *ehCOS mobile*, empleado por everis en todos sus desarrollos de aplicaciones nativas Android en entornos sanitarios.

4.8.9. Librería de serialización/deserialización

En la aplicación móvil es necesario disponer de un método de conversión de objetos *Java* a *JSON*, para así poder comunicarse con los servicios REST. En este caso, se ha optado por utilizar *gson*, librería propiedad de Google, por ser plenamente compatible con el SDK Android y disponer de una amplia documentación. Además, esta librería está incorporada en las últimas versiones de *ehCOS mobile*, por lo que su uso optimiza el tamaño de la aplicación que se genere, frente al uso de otras librerías.

Capítulo 5

Desarrollo

5.1. Organización del trabajo	103
---	-----

5.1. Organización del trabajo

A pesar de que tradicionalmente la metodología escogida está pensada de forma que el diseño de la aplicación se realice de forma incremental al comienzo de cada iteración, la alta incertidumbre presente al inicio del proyecto ha llevado al equipo de desarrollo a realizar una breve descripción de los requisitos capturados, así como un prototipo horizontal en forma de mockups, para presentárselos al cliente antes de comenzar el desarrollo del proyecto. De este modo, es posible evaluar desde un primer momento la correcta comprensión de las necesidades del cliente. Además, durante esta fase también se ha realizado un estudio de las tecnologías a emplear y de las necesidades de formación del equipo de desarrollo. Sin embargo, es posible que surjan necesidades de formación en fases posteriores del proyecto debido a cambios en los requisitos o en las tecnologías a emplear.

Iteración 0

Duración: 80 horas (15 de febrero - 13 de marzo)

Descripción: La iteración 0 incluye tareas de gestión del proyecto y análisis previo.

Tareas:

- Enunciado del alcance
- Objetivos del proyecto
- Estudio de tecnologías
- Formación inicial
- Elección de la metodología de desarrollo
- Breve descripción de requisitos
- Prototipo horizontal

Iteración 1

Duración: 100 horas (14 de marzo - 17 de abril)

Descripción: La iteración 1 incluye tareas de la fase de desarrollo.

Requisitos implementados: RF.01, RF.02, RF.03, RF.04, RF.05, RF.06, RF.07, RF.08, RF.09, RF.10, RF.11, RF.15, RF.21, RF.22

Tareas:

- Creación de cuestionarios
- Inicio de sesión para facultativos

Iteración 2

Duración: 60 horas (18 de abril - 8 de mayo)

Descripción: La iteración 2 incluye tareas de la fase de desarrollo.

Requisitos implementados: RF.12, RF.13, RF.14, RF.16, RF.19, RF.20, RF.23

Tareas:

- Visualización de cuestionarios creados
- Modificar frecuencia de cuestionarios
- Bloquear cuestionarios
- Eliminar cuestionarios
- Desbloquear cuestionarios

Iteración 3

Duración: 80 horas (9 de mayo - 5 de junio)

Descripción: La iteración 3 incluye tareas de la fase de desarrollo.

Requisitos implementados: RF.24, RF.25, RF.26, RF.27, RF.28, RF.29, RF.30, RF.31

Tareas:

- Recuperar cuestionarios disponibles para cada paciente
- Mostrar preguntas del cuestionario
- Almacenar cuestionario respondido

Iteración 4

Duración: 70 horas (6 de junio - 29 de junio)

Descripción: La iteración 4 incluye tareas de la fase de desarrollo.

Requisitos implementados: RF.17, RF.18

Tareas:

- Listar pacientes con su estado asociado
- Mostrar gráfica de resultados
- Mostrar gráfica de resultados
- Mostrar respuestas a los cuestionarios respondidos

Iteración 5

Duración: 45 horas (30 de junio - 7 de julio)

Descripción: La iteración 5 incluye tareas de las fases de gestión del proyecto y cierre

Requisitos implementados: N/A

Tareas:

- Finalizar memoria del proyecto
- Cierre del proyecto
- Entrega

La duración de las iteraciones mostradas no representa una planificación, sino el tiempo aproximado que se ha tardado en terminar las mismas. Para obtener esta información, se han consultado tanto la lista de tareas en *Jira* como los *commits* realizados en el *SVN* del proyecto.

Como se puede observar, la duración de las iteraciones oscila entre las 45 y las 100 horas, y entre las 60 y las 80 horas si sólo tomamos en cuenta la duración de las iteraciones de desarrollo propiamente dichas. Teniendo en cuenta que partimos de una jornada laboral de 20 horas semanales, cada iteración tiene una duración de entre 3 y 4 semanas.

Dado que la metodología escogida implica la secuenciación de iteraciones, es decir, una iteración comienza inmediatamente después de finalizar la anterior, no se ha considerado necesaria la inclusión de un cronograma en forma de diagrama de Gantt.

Globalmente, el producto que se ha desarrollado en los incrementos presentados anteriormente satisface los requisitos planteados de mayor importancia, por lo que se puede concluir que el resultado ha sido satisfactorio.

Capítulo 6

Pruebas

6.1. Proceso de pruebas	109
6.1.1. Pruebas unitarias	109
6.1.2. Pruebas de integración	117
6.1.3. Pruebas de sistema	117
6.1.4. Evaluación de usabilidad	118

6.1. Proceso de pruebas

Dada la envergadura del proyecto y la limitación temporal existente en el Trabajo Fin de Grado, no es posible realizar una prueba amplia de todas las funcionalidades del sistema. Por ello, se diseñará un plan de pruebas consistente en la prueba unitaria de los métodos críticos del sistema. A continuación, se probará la integración de los subsistemas mediante la interacción con el sistema completo. Por último, se realizará una prueba piloto con pacientes, lo que permitirá probar el correcto funcionamiento del sistema, así como medir su rendimiento en un entorno real.

El hecho de poder contar con un piloto con pacientes antes del lanzamiento definitivo de la aplicación nos permite lanzar una primera versión para el piloto donde se incluyan funcionalidades no probadas, sin que esto suponga un riesgo en el uso del proyecto.

Es importante destacar que, mientras que la ejecución de las pruebas no asegura la ausencia de errores (pues la prueba exhaustiva del software es impracticable), sí revela la presencia de ellos.

6.1.1. Pruebas unitarias

En primer lugar, se procederá a la prueba de la capa de servicios, lo que nos permitirá validar las funcionalidades aportadas por cada clase de servicio. Dado que algunos servicios obtienen un resultado en base a llamadas a otros servicios, en algunos casos las pruebas unitarias desarrolladas funcionarán también como pruebas de integración. En estos casos, se probará el método que integra a los demás y, en caso de presentarse un error, se probará de forma independientemente cada uno de los métodos o servicios que lo componen, par así poder determinar la naturaleza del error. Por cuestiones de gestión del tiempo, en primera instancia, se probarán los métodos de escritura, mientras que los métodos de lectura sólo serán probados en casos de que se detecten errores al ejecutar alguno de los dos clientes.

Para el conjunto de las pruebas unitarias se usará el framework *JUnit*, por ser la tecnología empleada en la empresa en estos casos.

Las pruebas unitarias se ejecutarán siempre que se realice una modificación en el sistema y antes de subir los nuevos cambios al SVN, para así comprobar que la modificación realizada no afecte a lo implementado anteriormente.

Hay que recordar que, tal y como se ha expuesto en el análisis de tecnologías, las pruebas hacen uso de una base de datos en memoria, cuyo contenido se crea y destruye antes y después de cada test, respectivamente, lo que nos permite asegurar que la base de datos siempre estará en el mismo estado. Así, podemos conocer su contenido de antemano, lo que permite tener un pleno conocimiento del estado esperado tras la ejecución de cada test.

Por otra parte, algunos métodos de los servicios simplemente realizan llamadas

simples a métodos del framework y transforman en resultado de DTO a Entity, por lo que, dada su baja complejidad y el hecho de que hagan uso de un framework que ya ha sido probado, no se considera necesario probarlos.

Es preciso destacar que, aunque idealmente las pruebas deberían hacerse sobre requisitos funcionales y no sobre casos de uso, en algunos casos no ha sido posible hacerlo así. Ejemplo de ello es el caso de uso *Guardar cuestionario*, que incluye requisitos funcionales tales como asignar nombre, tipo, patología, etc. Así, el controlador de la vista comprueba los datos recibidos antes de mostrar la siguiente etapa de creación pero, al llegar a la capa de servicios, se recibe ya el cuestionario completo. Dada esta particularidad, no es posible probar los requisitos funcionales que componen el caso de uso de forma aislada.

Cuadro 6.1: Recuperar cuestionario existente

Identificador	PU.01	Nombre	Recuperar cuestionario existente
RF/CU a probar	RF.32		
Descripción	Se realiza una llamada al servicio de recuperación de cuestionarios, indicando el id de un cuestionario existente (id = 75).		
Resultado esperado	Se obtiene un cuestionario con id 75 y nombre test1		
Resultado	Validación correcta		

Cuadro 6.2: Recuperar cuestionario no existente

Identificador	PU.02	Nombre	Recuperar cuestionario no existente
RF/CU a probar	RF.32		
Descripción	Se realiza una llamada al servicio de recuperación de cuestionarios, indicando el id de un cuestionario no existente (id = 1).		
Resultado esperado	Se lanza una excepción		
Resultado	Validación correcta		

Cuadro 6.3: Guardar cuestionario

Identificador	PU.03	Nombre	Guardar cuestionario
RF/CU a probar	CU.02		
Descripción	Se realiza una llamada al servicio de guardado de cuestionarios, indicando un cuestionario con todos los datos debidamente cumplimentados		
Resultado esperado	El método se ejecuta correctamente. Se comprueba que en la base de datos existe un cuestionario cuyo id se corresponda con el id del cuestionario creado		
Resultado	Validación correcta		

Cuadro 6.4: Guardar cuestionario con id ya existente

Identificador	PU.04	Nombre	Guardar cuestionario con id ya existente
RF/CU a probar	CU.02		
Descripción	Se realiza una llamada al servicio de guardado de cuestionarios, indicando un cuestionario con un id ya existente		
Resultado esperado	Se lanza una excepción		
Resultado	Validación correcta		

Cuadro 6.5: Guardar cuestionario sin nombre

Identificador	PU.05	Nombre	Guardar cuestionario sin nombre
RF/CU a probar	CU.02		
Descripción	Se realiza una llamada al servicio de guardado de cuestionarios, indicando un cuestionario con el campo nombre vacío		
Resultado esperado	Se lanza una excepción		
Resultado	Validación correcta		

Cuadro 6.6: Guardar cuestionario sin patología

Identificador	PU.06	Nombre	Guardar cuestionario sin patología
RF/CU a probar	CU.02		
Descripción	Se realiza una llamada al servicio de guardado de cuestionarios, indicando un cuestionario con el campo patología vacío		
Resultado esperado	Se lanza una excepción		
Resultado	Validación correcta		

Cuadro 6.7: Guardar cuestionario sin preguntas

Identificador	PU.07	Nombre	Guardar cuestionario sin preguntas
RF/CU a probar	CU.02		
Descripción	Se realiza una llamada al servicio de guardado de cuestionarios, indicando un cuestionario con el campo preguntas vacío		
Resultado esperado	Se lanza una excepción		
Resultado	Validación correcta		

Cuadro 6.8: Guardar cuestionario sin respuestas

Identificador	PU.08	Nombre	Guardar cuestionario sin respuestas
RF/CU a probar	CU.02		
Descripción	Se realiza una llamada al servicio de guardado de cuestionarios, indicando un cuestionario con el campo respuestas vacío		
Resultado esperado	Se lanza una excepción		
Resultado	Validación correcta		

Cuadro 6.9: Guardar cuestionario sin tipo

Identificador	PU.09	Nombre	Guardar cuestionario sin tipo
RF/CU a probar	CU.02		
Descripción	Se realiza una llamada al servicio de guardado de cuestionarios, indicando un cuestionario con el campo tipo vacío		
Resultado esperado	Se lanza una excepción		
Resultado	Validación correcta		

Cuadro 6.10: Bloquear cuestionario existente

Identificador	PU.10	Nombre	Bloquear cuestionario existente
RF/CU a probar	RF.12		
Descripción	Se realiza una llamada al servicio de bloqueo de cuestionarios, indicando un cuestionario existente		
Resultado esperado	El cuestionario seleccionado aparece como bloqueado		
Resultado	Validación correcta		

Cuadro 6.11: Bloquear cuestionario no existente

Identificador	PU.11	Nombre	Bloquear cuestionario no existente
RF/CU a probar	RF.12		
Descripción	Se realiza una llamada al servicio de bloqueo de cuestionarios, indicando un cuestionario que no existe		
Resultado esperado	Se lanza una excepción		
Resultado	Validación correcta		

Cuadro 6.12: Desbloquear cuestionario existente

Identificador	PU.12	Nombre	Desbloquear cuestionario existente
RF/CU a probar	RF.13		
Descripción	Se realiza una llamada al servicio de desbloqueo de cuestionarios, indicando un cuestionario existente		
Resultado esperado	El cuestionario seleccionado aparece como bloqueado		
Resultado	Validación correcta		

Cuadro 6.13: Desbloquear cuestionario no existente

Identificador	PU.13	Nombre	Desbloquear cuestionario no existente
RF/CU a probar	RF.13		
Descripción	Se realiza una llamada al servicio de desbloqueo de cuestionarios, indicando un cuestionario que no existe		
Resultado esperado	Se lanza una excepción		
Resultado	Validación correcta		

Cuadro 6.14: Modificar frecuencia

Identificador	PU.14	Nombre	Modificar frecuencia
RF/CU a probar	RF.19		
Descripción	Se realiza una llamada al servicio de bloqueo de cuestionarios, indicando un cuestionario existente y una frecuencia entera positiva		
Resultado esperado	Se modifica el cuestionario y su frecuencia pasa a ser la frecuencia indicada		
Resultado	Validación correcta		

Cuadro 6.15: Modificar frecuencia cuestionario no existente

Identificador	PU.15	Nombre	Modificar frecuencia cuestionario no existente
RF/CU a probar	RF.19		
Descripción	Se realiza una llamada al servicio de modificación de frecuencia de cuestionarios, indicando como parámetro un cuestionario no existente (id = 1)		
Resultado esperado	Se lanza una excepción		
Resultado	Validación correcta		

Cuadro 6.16: Modificar frecuencia cuestionario con frecuencia negativa

Identificador	PU.16	Nombre	Modificar cuestionario con frecuencia negativa
RF/CU a probar	RF.19		
Descripción	Se realiza una llamada al servicio de modificación de cuestionarios, indicando un cuestionario existente y una frecuencia entera negativa		
Resultado esperado	Se lanza una excepción		
Resultado	Validación correcta		

Cuadro 6.17: Eliminar cuestionario

Identificador	PU.17	Nombre	Eliminar cuestionario
RF/CU a probar	RF.14		
Descripción	Se realiza una llamada al servicio de borrado de cuestionarios, indicando como parámetro un cuestionario existente		
Resultado esperado	El cuestionario indicado se elimina de la base de datos		
Resultado	Validación correcta		

Cuadro 6.18: Eliminar cuestionario no existente

Identificador	PU.18	Nombre	Eliminar cuestionario no existente
RF/CU a probar	RF.14		
Descripción	Se realiza una llamada al servicio de borrado de cuestionarios, indicando como parámetro un cuestionario que no existe		
Resultado esperado	Se lanza una excepción		
Resultado	Validación correcta		

Cuadro 6.19: Guardar cuestionario respondido

Identificador	PU.19	Nombre	Guardar cuestionario respondido
RF/CU a probar	CU.13		
Descripción	Se realiza una llamada al servicio de guardado de cuestionarios respondidos, indicando un cuestionario respondido con todos sus parámetros debidamente cumplimentados		
Resultado esperado	Se almacenan los datos correspondientes al nuevo cuestionario respondido en la base de datos		
Resultado	Validación correcta		

Cuadro 6.20: Guardar cuestionario respondido sin paciente

Identificador	PU.20	Nombre	Guardar cuestionario respondido sin paciente
RF/CU a probar	CU.13		
Descripción	Se realiza una llamada al servicio de guardado de cuestionarios respondidos, indicando un cuestionario respondido al que le falte el parámetro paciente		
Resultado esperado	Se lanza una excepción		
Resultado	Validación correcta		

Cuadro 6.21: Guardar cuestionario respondido sin puntuación

Identificador	PU.21	Nombre	Guardar cuestionario respondido sin puntuación
RF/CU a probar	CU.13		
Descripción	Se realiza una llamada al servicio de guardado de cuestionarios respondidos, indicando un cuestionario respondido al que le falte el parámetro puntuación		
Resultado esperado	Se lanza una excepción		
Resultado	Validación correcta		

Cuadro 6.22: Guardar cuestionario respondido sin paciente

Identificador	PU.22	Nombre	Guardar cuestionario respondido sin respuestas
RF/CU a probar	CU.13		
Descripción	Se realiza una llamada al servicio de guardado de cuestionarios respondidos, indicando un cuestionario respondido al que le falte el parámetro respuestas		
Resultado esperado	Se lanza una excepción		
Resultado	Validación correcta		

6.1.2. Pruebas de integración

Tal y como se ha expuesto al principio de este capítulo, no se realizarán pruebas de integración como tal. Sin embargo, dado que algunos de los métodos probados en las pruebas unitarias interaccionan con varios servicios, algunas de las pruebas unitarias desarrolladas constituyen, en última instancia, pruebas de integración, al no haberse realizado *mock* alguno de los servicios.

6.1.3. Pruebas de sistema

Tal y como se ha explicado en el anteproyecto correspondiente al presente proyecto, no se realizarán pruebas de sistema como tal, sino que se probará la correcta interacción de los dos clientes una vez se haya ensamblado el sistema. Así, es necesario probar los casos que se especifican en las tablas 6.23 y 6.24.

Cuadro 6.23: Creación/recuperación de cuestionarios

Identificador	PS.01	Nombre	Creación/recuperación de cuestionarios
RF/CU a probar	RF.32		
Descripción	Se crea un nuevo cuestionario desde la aplicación móvil		
Resultado esperado	El cuestionario creado se muestra a los pacientes en la aplicación móvil		
Resultado	Validación correcta		

Cuadro 6.24: Respuesta/consulta de cuestionarios

Identificador	PS.01	Nombre	Respuesta/Consulta de cuestionarios
RF/CU a probar	RF.32		
Descripción	Un paciente responde un cuestionario desde la aplicación móvil		
Resultado esperado	Los datos asociados al cuestionario aparecen en detalles de paciente en la aplicación web		
Resultado	Validación correcta		

6.1.4. Evaluación de usabilidad

Inicialmente, estaba planteada la realización de una prueba piloto con usuarios antes de la finalización del presente proyecto. En esta prueba, no sólo se evaluaría el correcto funcionamiento del software desarrollado, sino que también se evaluaría la usabilidad de la aplicación móvil. Sin embargo, debido a retrasos en la autorización del piloto con pacientes, no ha sido posible realizar esta prueba todavía, aunque se espera poder llevarla a cabo próximamente. Así, la usabilidad de dicha aplicación ha sido evaluada por los dos tutores del proyecto, siguiendo los principios de usabilidad de Nielsen [20], obteniéndose un resultado satisfactorio por parte de ambos.

Por otro lado, la usabilidad de la aplicación web ha podido probarse con los facultativos que la utilizarán, obteniéndose, también en este caso, resultados satisfactorios.

Capítulo 7

Conclusiones y trabajo futuro

7.1. Conclusiones	121
7.2. Trabajo futuro	122

7.1. Conclusiones

En este apartado se expondrán las conclusiones obtenidas una vez finalizado el proyecto. En primer lugar, es necesario evaluar si se han cumplido los objetivos establecidos al inicio del mismo.

El sistema desarrollado ofrece la posibilidad de añadir nuevos cuestionarios, así como visualizar los ya creados, bloquearlos, desbloquearlos y cambiar su frecuencia. Además, también permite visualizar el listado de pacientes, y observar su evolución a través de las puntuaciones logradas en diversos cuestionarios. Por otro lado, permite a los pacientes responder a cuestionarios de seguimiento clínico y adherencia creados por sus facultativos. Por lo tanto, podemos concluir que los objetivos planteados al inicio del proyecto han sido satisfechos.

De entre todas las tareas llevadas a cabo a lo largo del proyecto, cabe destacar el hecho de que el sistema desarrollado permita la introducción de nuevos cuestionarios. Esta funcionalidad no fue demandada por los facultativos al inicio del proyecto, sin embargo, el equipo de desarrollo consideró que su implementación podría ser interesante y útil para los mismos. De hecho, una vez comenzado el desarrollo del proyecto, los facultativos demandaron la inclusión de un nuevo tipo de cuestionario diferente de los planteados inicialmente. Dado el diseño realizado, este hecho no ha tenido impacto alguno en el proyecto, pero en caso de que el diseño se ajustase única y exclusivamente a lo demandado inicialmente por el cliente, la inclusión de este cambio u otros semejantes hubiese implicado un rediseño de la aplicación, lo que inevitablemente llevaría a un retraso en su entrega. Por lo tanto, se observa que se ha gestionado de forma correcta un riesgo de cambio en los requisitos.

El hecho de utilizar una metodología de desarrollo ágil como la iterativa e incremental, ha permitido introducir este cambio de forma sencilla una vez comenzado el proyecto, sin que ello tuviese consecuencias negativas en el correcto desarrollo del mismo, algo que no podría hacerse de utilizar una metodología en cascada. Por lo tanto, se concluye que la elección de la metodología ha sido satisfactoria y ha ayudado a cumplir los objetivos del proyecto en tiempo y forma.

Por otro lado, el hecho de permitir a los facultativos la inclusión de nuevos cuestionarios permite no sólo incluir cuestionarios ya validados para su uso fuera de consulta, sino también la realización de ensayos clínicos con nuevos cuestionarios, de cara a una posible validación.

Además, el diseño realizado también permite la inclusión de nuevas patologías o tipos de cuestionario sin necesidad de realizar cambios significativos en el código, o de realizar un rediseño en la aplicación. De hecho, el cliente ha manifestado, una vez implementada la creación de cuestionarios, que podrían incluirse otros tipos de cuestionario tales como calidad de vida, tabaquismo o vacunación, algo que es perfectamente compatible con el diseño realizado y, cuya inclusión, tan sólo llevaría asociados cambios a nivel de base de datos.

Para concluir, es preciso destacar que el software desarrollado ha sido presen-

tado a los facultativos de la unidad de digestivo, quienes se han mostrado muy satisfechos con el producto. A falta de realización de la prueba piloto que confirme la viabilidad del proyecto para su uso clínico, puede concluirse que el software desarrollado está en condiciones de reducir la carga asistencial del sistema, al cumplir con los requisitos de mayor importancia de entre los indicados por el cliente y contar con la aprobación del mismo sobre las iteraciones completadas.

7.2. Trabajo futuro

A pesar de que se han cumplido los objetivos generales, como se ha visto en el apartado anterior, todavía quedan objetivos por cumplir, por lo que el proyecto tiene margen de mejora. A continuación, se presentan sugerencias de mejora, basadas en ideas de funcionalidades que han ido surgiendo durante el desarrollo del proyecto, pero que no han podido ser implementadas en el marco temporal establecido por el Trabajo Fin de Grado:

- Permitir a los facultativos iniciar sesión a través del sistema de directorio activo del sistema sanitario.
- Permitir dar de alta a nuevos pacientes desde la aplicación web.
- Obtener datos de los pacientes a través de la herramienta de gestión de pacientes del sistema sanitario.
- Mostrar a los pacientes información acerca de su enfermedad.
- Permitir a los facultativos ordenar a los pacientes en función de su estado.
- Mostrar los pacientes divididos en grupos, en función de la patología que padecen.
- Permitir a los facultativos consultar las respuestas que un paciente ha dado a un determinado cuestionario.
- Permitir a los facultativos seleccionar un rango de fechas entre las que consultar los resultados de los cuestionarios realizados por un paciente.
- Enviar una notificación al dispositivo móvil del paciente, informándole de que debe realizar un nuevo cuestionario.
- Notificar a la aplicación móvil de la creación/modificación/eliminación de cuestionarios.
- Notificar a los facultativos por correo electrónico cuando el estado de un paciente sea grave.

Apéndice A

Manual de despliegue

A continuación, se presenta el manual de despliegue que ayudará a desplegar el sistema de seguimiento de pacientes en un servidor.

A.1. Componentes de la instalación

Los ficheros necesarios para la instalación son los siguientes:

A.1.1. Cliente

Cliente web

No aplica.

Cliente móvil

Se entregarán los siguientes ficheros:

- Aplicaciones empaquetadas (.apk)
 - spedi.apk

A.1.2. Servidor

Se entregarán los siguientes ficheros de configuración del entorno servidor:

- Aplicaciones empaquetadas (.war)
 - sistsepecc-web_v.01.00.00.war
- Scripts de creación de tablas de BBDD (.zip)
 - spedi-schema_v.01.00.00.sql
 - spedi-data_v.01.00.00.sql

A.1.3. Base de datos

En el fichero spedi-sql_v.01.00.00.zip se incluyen los siguientes scripts:

- Creación de tablas
- Inserciones

A.2. Procedimiento de instalación

La instalación de la aplicación comprende los siguientes apartados:

A.2.1. Cliente

Cliente web

No aplica

Cliente móvil

La instalación en el cliente constará de los siguientes pasos:

1. Instalación del apk

Instalación del apk

El proceso de instalación del apk es muy sencillo, y consta de los siguientes pasos (por orden):

- Copiar spedi.apk a la memoria del teléfono
- Activar orígenes desconocidos (Ajustes ->Seguridad ->Orígenes desconocidos)
- Desplazarse hasta la ruta donde se ha copiado el .apk, usando para ello un explorador de archivos
- Pulsar sobre el archivo .apk
- Se abrirá el instalador de paquetes de Android, pulsar instalar

Nota: Para poder utilizar la aplicación móvil es preciso haber desplegado primero el servidor.

A.2.2. Servidor

La instalación en el servidor constará de los siguientes pasos (por orden):

1. Creación de la base de datos (apartado A.2.3)
2. Instalación del WAR

Instalación del WAR

El proceso de despliegue es sencillo. Con el servidor de aplicaciones parado (aunque puede estar levantado, es recomendable pararlo), se copia el war entregado en la carpeta /webapps de Tomcat.

Posteriormente se debe arrancar el servidor. Por defecto Tomcat tiene activo el autodeploy, por lo que cuando encuentre un nuevo WAR en dicha carpeta lanzará el deploy de forma automática, descomprimiendo el WAR en /webapps en un directorio con nombre igual al del WAR sin la extensión. La aplicación quedará desplegada bajo el contexto /sistsepecc-web.

A.2.3. Base de datos

Para poder desplegar la aplicación, es preciso disponer de una base da datos PostgreSQL con las siguientes características:

- **Nombre de la base de datos:** SISTSEPECC
- **Ruta de la base de datos:** postgresql://localhost:5432/SISTSEPECC
- **Usuario:** postgres/postgres
- **Esquema:** public
- **Dueño del esquema public:** postgres

Una vez creada la base de datos, se ejecutarán, por orden, los siguientes scripts:

1. sistsepecc-schema.sql
2. sistsepecc-data.sql

Instalación del driver JDBC de PostgreSQL

Será necesario copiar el driver JDBC de PostgreSQL a la carpeta lb de la instalación de Tomcat: /<TOMCAT_HOME>/lib.

El driver JDBC puede obtenerse en la siguiente dirección <https://jdbc.postgresql.org/download/postgresql-9.4.1208.jre6.jar>

A.3. Procedimiento de desinstalación

Para el proceso de desinstalación de la aplicación, se recomienda en primer lugar parar el servidor de aplicaciones en el que estará corriendo la aplicación, para posteriormente eliminar de la carpeta /webapps el WAR de la aplicación y borrar el directorio con el mismo nombre que el WAR.

A.4. Configuración de la redirección de puertos

Para poder utilizar el cliente móvil con la configuración por defecto, es preciso realizar una redirección de puertos. Para ello, debe disponerse de un dispositivo Android con versión 5.0 o superior, un cable USB y un ordenador con navegador Google Chrome. Los pasos a seguir son los siguientes:

1. Instalar Webview del Sistema Android en el dispositivo móvil <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.webview&hl=es>

2. Activar la depuración USB en el dispositivo móvil
 - Ajustes->Información del teléfono->Pulsar 7 veces sobre el Número de compilación
 - Ajustes->Opciones de desarrollo->Activar depuración por USB
3. Conectar el móvil al ordenador
4. Instalar ADB en el ordenador. Para ello puede utilizarse la herramienta *15 seconds ADB installer* disponible en <http://forum.xda-developers.com/showthread.php?p=48915118#post48915118>
 - Ejecutar el archivo descargado con permisos de administrador
 - Pulsar N/No para saltar la instalación de Fastboot
 - Pulsar Y/Yes para instalar ADB
 - Pulsar Y/Yes para instalar los drivers de ADB
5. Aceptar la huella digital que se mostrará en la pantalla del móvil
6. Abrir Google Chrome y escribir *chrome://inspect*
7. Pulsar el checkbox *Discover USB devices*
8. Pulsar el botón *Port forwarding...*
9. Escribir *8080* en el recuadro *Port* y *localhost:8080* en el apartado *IP address and port*. Figura A.1
10. Marcar el checkbox *Enable port forwarding*
11. Pulsar el botón *Done*

Una vez finalizada la configuración, debería aparecer una burbuja verde al lado del dispositivo, tal y como se muestra en la figura A.2

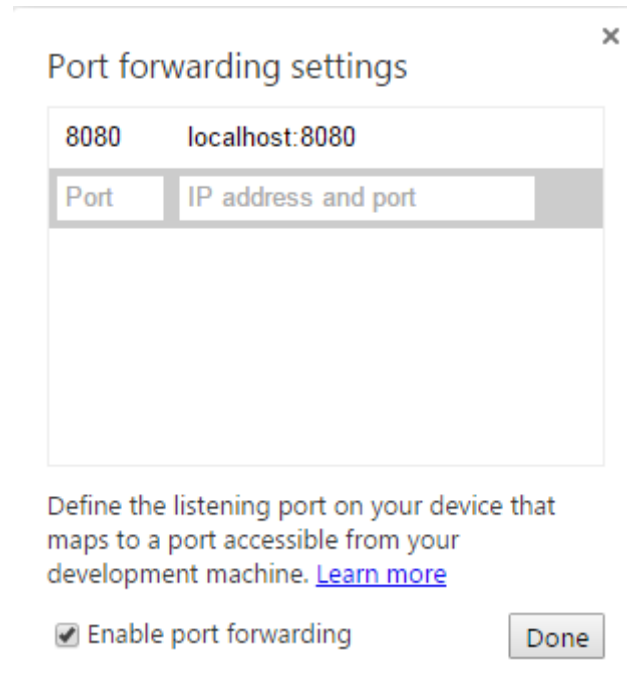


Figura A.1: Configuración de la redirección de puertos

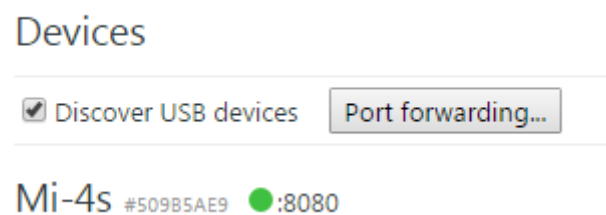


Figura A.2: Configuración de la redirección de puertos

Apéndice B

Manual de usuario - Aplicación web

El presente manual tiene como objetivo ayudar a los usuarios a saber qué acciones pueden realizar utilizando la herramienta web del sistema de seguimiento de pacientes, y cómo.

B.1. Introducción

La presente aplicación es una herramienta de administración que permite a los facultativos la gestión de cuestionarios de seguimiento, con el fin de evaluar la evolución de los pacientes.

B.2. Inicio de sesión

Para poder utilizar la aplicación, es necesario introducir las credenciales de acceso. En caso de no disponer de credenciales, o de haberlas olvidado, póngase el contacto con soporte.

Si desea probar la aplicación, puede utilizar para ello las siguientes credenciales: *oper/oper*



Figura B.1: Pantalla de inicio de sesión

B.3. Vista de pacientes

Esta sección se mostrará automáticamente una vez se haya iniciado sesión en la aplicación, y en ella se mostrará una serie de datos básicos sobre los pacientes.



Figura B.2: Pantalla de vista de pacientes

En la parte superior izquierda se muestran los datos de inicio de sesión del facultativo.

En la parte superior derecha de la ventana se encuentra el botón de cierre de sesión. Una vez pulsado, el usuario será redirigido a la pantalla de login.

Justo debajo, se muestra un bloque de pestañas, que permite moverse entre las diferentes páginas de la aplicación.

En la parte central de la pantalla, se muestra una lista con datos de los pacientes que forman parte del sistema, entre los que encontraremos:

1. **id**: El identificador unívoco del paciente en el sistema sanitario.
2. **Patología**: La patología de la que adolece el paciente.
3. **Puntuación**: Puntuación obtenida en el último cuestionario de seguimiento clínico realizado por el paciente.
4. **Estado**: Estado en el que se encuentra el paciente, en base a la puntuación obtenida en el último cuestionario realizado

A continuación, se muestra la columna **Acción**, que permite el acceso a la información detallada acerca del paciente seleccionado. Para ello debe pulsarse el icono con forma de flecha ⌵

B.3.1. Detalles del paciente

En la parte superior de la ventana de detalles del paciente se muestra un bloque de pestañas, que permiten al usuario desplazarse entre las diferentes pantallas de detalles del paciente.

Vista general

Una vez el usuario accede a la vista detallada del paciente, lo primero que se le mostrará es una gráfica donde se exponen los resultados obtenidos en los cuestionarios realizados por el paciente, a modo de vista general de la evolución del mismo.

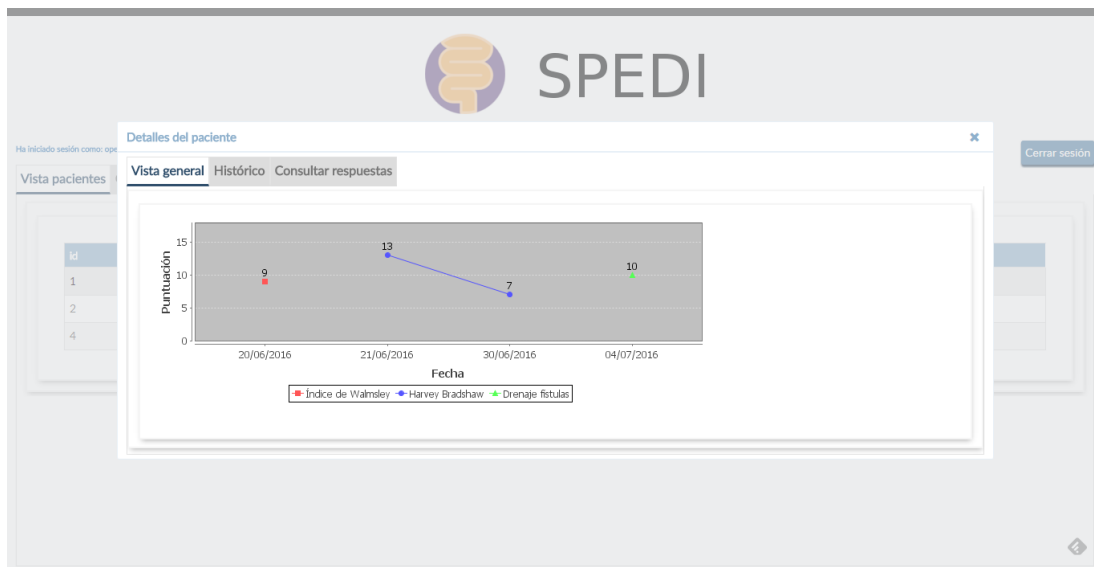


Figura B.3: Pantalla de vista detalles del paciente

Histórico

La pantalla de histórico muestra información general acerca de los cuestionarios realizados por el paciente seleccionado. Así, se ofrece una tabla con los siguientes datos:

1. **Cuestionario:** Nombre del cuestionario realizado
2. **Fecha:** Fecha y hora en que se ha realizado el cuestionario
3. **Puntuación:** Puntuación obtenida en el cuestionario
4. **Estado:** Estado en el que se encontraba el paciente en el momento de realizar el cuestionario, en base a la puntuación obtenida.

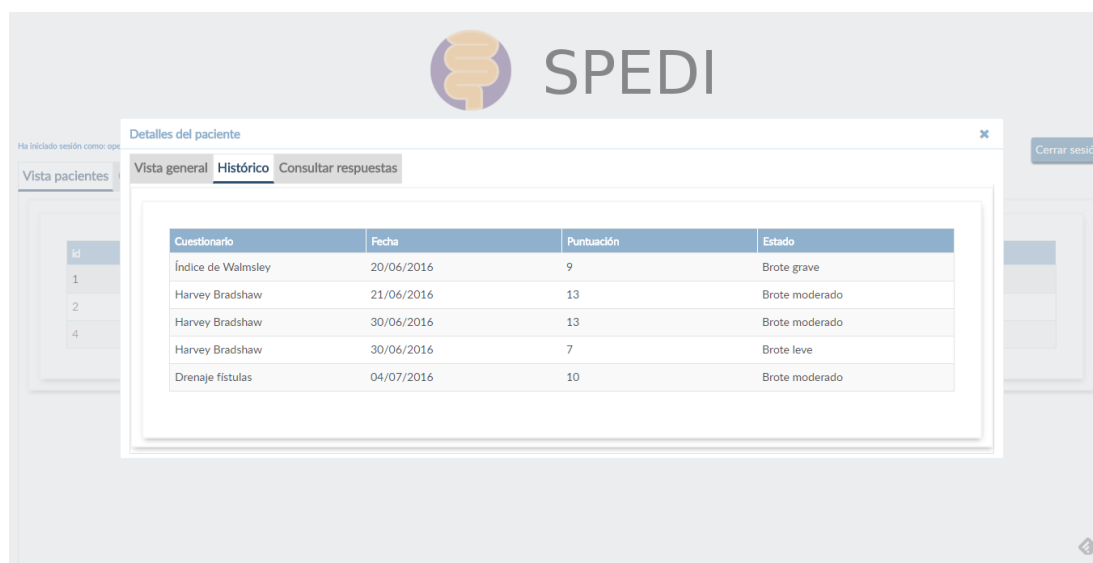


Figura B.4: Pantalla de histórico

B.4. Gestión de cuestionarios

Al pulsar sobre la pestaña **Gestionar cuestionarios**, el usuario es redirigido a la pantalla de gestión de cuestionarios.

En la parte superior derecha de la ventana se sitúa el botón de creación de cuestionarios.

En la parte central de la ventana, una tabla con información acerca de los cuestionarios existentes en el sistema, separados por tipo y patología. Esta tabla contiene los siguientes elementos:

1. **Cuestionario:** Nombre del cuestionario
2. **Bloque de umbrales:** Estados que se pueden asociar a un paciente que realiza un cuestionario, junto con las puntuaciones asociadas a cada uno de ellos.
3. **Estado:** Muestra si el cuestionario está activo (se envía a los pacientes para que lo contesten) o bloqueado (no se envía a los pacientes)
4. **Acciones:** Muestra las acciones disponibles sobre el cuestionario seleccionado. Para ello, es necesario pulsar el icono con forma de flecha ▼



Figura B.5: Pantalla de gestión de cuestionarios

B.4.1. Detalles del cuestionario

En esta pantalla se permite al usuario modificar ciertos aspectos relativos al cuestionario seleccionado. El contenido de la pantalla varía dependiendo de si el cuestionario está activo o bloqueado.

Cuestionario Activo

Si el cuestionario está activo, se mostrará una ventana con una división vertical. A la izquierda de la pantalla, se mostrarán dos selectores con los que el usuario podrá modificar la frecuencia con la que un cuestionario es enviado a un paciente. El primer selector permite seleccionar un número, mientras que el segundo se seleccionará la unidad de tiempo (días, semanas, meses o años). Una vez introducida la nueva frecuencia, el usuario debe pulsar el botón *GUARDAR* para hacer persistentes los cambios.

A la derecha de la ventana, se muestra el botón de bloqueo de cuestionarios. La funcionalidad de bloqueo de cuestionarios hace que un cuestionario deje de enviarse a los pacientes, pero mantiene sus datos almacenados, para que puedan ser consultados por los facultativos.

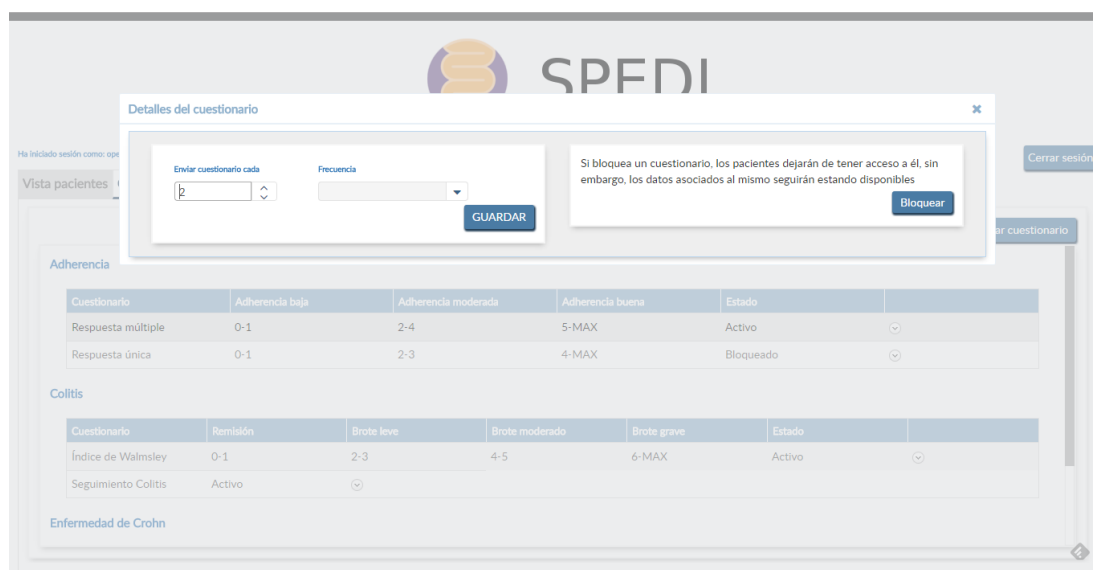


Figura B.6: Pantalla de gestión de cuestionarios activos

Cuestionario Bloqueado

En caso de que el cuestionario se encuentre bloqueado, se mostrará una ventana con dos botones:

1. **Desbloquear:** Permite desbloquear un cuestionario, de modo que vuelva a ser enviado a los pacientes.
2. **Eliminar:** Elimina el cuestionario seleccionado y sus datos asociados de forma definitiva. Si se escoge esta opción, los datos asociados al cuestionario borrado también desaparecerán del histórico de cuestionarios realizados por los pacientes.



Figura B.7: Pantalla de gestión de cuestionarios bloqueados

B.4.2. Creación de cuestionarios

La pantalla de creación de cuestionarios permite al usuario crear nuevos cuestionarios, que serán enviados a los pacientes. Esta pantalla se compone de diferentes bloques que se irán mostrando a medida que se avance en la creación del cuestionario.

Bloque inicial

En el bloque inicial, el usuario debe introducir información básica acerca del cuestionario a crear. Los datos que se piden son los siguientes:

1. **Nombre del cuestionario:** Nombre que identifica al cuestionario a crear
2. **Tipo:** Tipo del cuestionario a crear. Inicialmente, las opciones disponibles serán *Seguimiento clínico* y *Adherencia*, aunque puede haber más opciones.
3. **Patología:** En caso de haber seleccionado el tipo *Cuestionario clínico* en el apartado anterior, deberá seleccionarse una patología. En caso de que la patología cuente con varios patrones, también deberá seleccionarse un patrón.
4. **Enviar cuestionario cada:** Frecuencia con la que se envía el cuestionario. Cuenta con dos desplegables, el primero de ellos sirve para seleccionar un número, y el segundo la frecuencia (días, semanas, meses o años)

A continuación, se muestra un botón con el texto **CREAR PREGUNTA**. Una vez el usuario ha cumplimentado el bloque inicial, debe pulsar en este botón para seguir.

Ha iniciado sesión como: op

Vista pacientes

Adherencia

Cuestionario

Respuesta

Respuesta

Colitis

Cuestionario	Remisión	Brote leve	Brote moderado	Brote grave	Estado	
Índice de Walmsley	0-1	2-3	4-5	6-MAX	Activo	⌵

Enfermedad de Crohn

Cuestionario	Remisión	Brote leve	Brote moderado	Brote grave	Estado	
--------------	----------	------------	----------------	-------------	--------	--

Crear cuestionario

Cerrar sesión

Crear cuestionario

CREAR CUESTIONARIO

Nombre del cuestionario

Tipo

Enviar cuestionario cada

Frecuencia

CREAR PREGUNTA

Figura B.8: Bloque inicial de la pantalla de creación de cuestionarios

Bloque de creación de preguntas

Una vez se ha introducido la información inicial y se ha pulsado el botón *Crear pregunta*, aparecerá el bloque de creación de preguntas en la parte derecha de la pantalla. En este bloque, se pide la siguiente información:

1. **Texto de la pregunta:** Enunciado de la pregunta, tal y como se mostrará a los pacientes
2. **Tipo de pregunta:** Tipo de la pregunta. Las preguntas pueden ser de *respuesta única* (sólo tienen una respuesta posible y han de responderse siempre), *respuesta múltiple* (tienen varias opciones posibles, y los pacientes pueden no seleccionar ninguna de las posibles respuestas) y *respuesta numérica* (los pacientes deben introducir un número como respuesta a la pregunta).

Cuestionario	Remisión	Brote leve	Brote moderado	Brote grave	Estado
Índice de Wainsley	0-1	2-3	4-5	6-MAX	Activo

Cuestionario	Remisión	Brote leve	Brote moderado	Brote grave	Estado

Figura B.9: Bloque de creación de preguntas de la pantalla de creación de cuestionarios

En caso de haber seleccionado *Respuesta única* o *Respuesta múltiple*, al pulsar el botón **Crear respuesta** se abrirá el diálogo de creación de respuestas. En caso de que la pregunta sea de tipo *Respuesta numérica*, el botón **Crear respuesta** se deshabilitará, y se mostrará el botón **Añadir pregunta**, que añadirá la pregunta creada al cuestionario.

Una vez añadida la pregunta al cuestionario, se mostrará de nuevo el botón **CREAR PREGUNTA**, para añadir nuevas preguntas al cuestionario. En la parte derecha de la pantalla, se mostrará una tabla resumen de las preguntas creadas junto con sus posibles respuestas, así como el botón **Añadir umbrales**, que permite designar cuáles serán los umbrales de respuesta del cuestionario.



Figura B.10: Bloque de revisión de preguntas de la pantalla de creación de cuestionarios

Bloque de creación de respuestas

En caso de haber seleccionado una pregunta con respuesta única o múltiple, se mostrará el bloque de creación de respuestas, donde el usuario deberá introducir la siguiente información:

1. **Descripción respuesta:** Enunciado de la respuesta, tal y como se mostrará a los pacientes
2. **Puntos:** Puntuación asociada a la respuesta

Una vez creada la respuesta, puede pulsarse el botón **Crear respuesta** para crear una nueva respuesta para la pregunta seleccionada, o el botón **Añadir pregunta** para añadir al cuestionario la pregunta seleccionada junto con las respuestas creadas.

Una vez se añade la pregunta, se mostrará el botón **Añadir puntuaciones**, que permitirá a los usuarios asociar rangos de puntuaciones o umbrales al cuestionario creado.

Añadir puntuaciones

Una vez se han creado las preguntas y respuestas del cuestionario, se mostrará del bloque de umbrales o puntuaciones. En este bloque se mostrarán los estados asociados al tipo de cuestionario seleccionado, a los que el usuario deberá asociar un rango de puntuaciones. Hay que tener en cuenta lo siguiente:

1. El primer estado siempre debe tener como puntuación mínima 0
2. La puntuación máxima de un estado siempre tiene que ser mayor que la mínima
3. La puntuación mínima de un estado debe ser una unidad mayor que la puntuación máxima del estado anterior

Una vez se han asignado puntuaciones a los estados de que dispone el cuestionario, debe pulsarse el botón **Guardar umbrales**

CREAR CUESTIONARIO

Nombre del cuestionario: Seguimiento Colitis

Tipo: Seguimiento Clínico

Patología: Colitis

Enviar cuestionario cada: 2 días

CÁLCULO DE PUNTUACIONES

Definir umbrales

	Mínimo	Máximo	Acción
Remisión	0	1	✗
Brote leve	1	2	✗
Brote moderado	3	4	✗
Brote grave	5	max	✗

Guardar Umbrales

GUARDAR

Figura B.11: Bloque de cálculo de puntuaciones de la pantalla de creación de cuestionarios

Una vez hecho esto, se mostrará el botón **GUARDAR**, que sirve para almacenar los datos del cuestionario creado.

Apéndice C

Manual de usuario - Aplicación móvil

El presente manual tiene como objetivo ayudar a los usuarios a saber qué acciones pueden realizar utilizando la herramienta móvil del sistema de seguimiento de pacientes, y cómo.

C.1. Introducción

La presente aplicación es una herramienta que permite a pacientes con Enfermedad Intestinal Inflamatoria realizar una serie de cuestionarios configurados por sus facultativos, con el fin de evaluar la evolución de su enfermedad.

C.2. Inicio de sesión

Para poder utilizar la aplicación, es necesario introducir las credenciales de acceso, que serán proporcionadas por el facultativo.

Si desea probar la aplicación, puede utilizar para ello las credenciales *1/1234*.

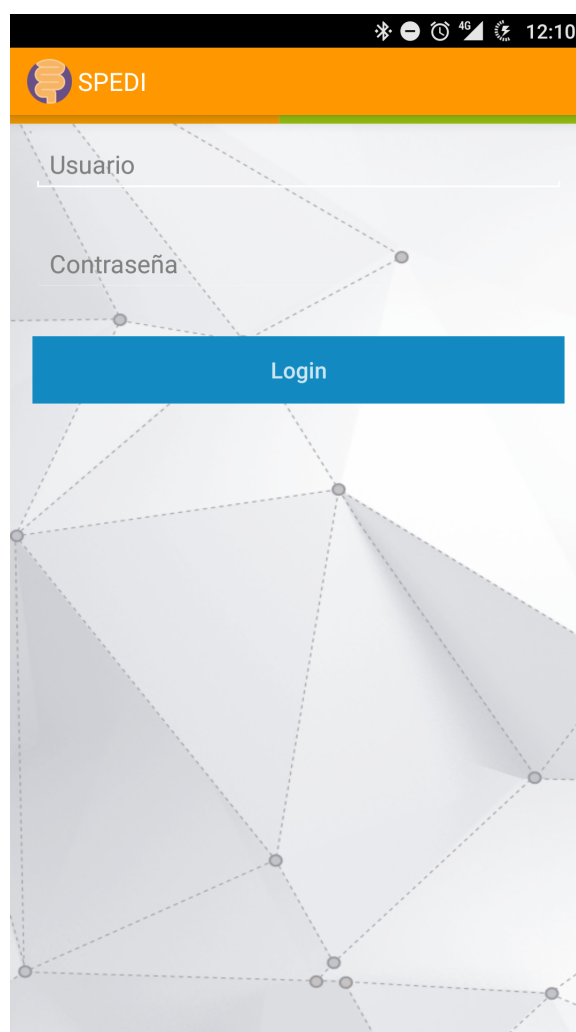


Figura C.1: Pantalla de inicio de sesión

C.3. Pantalla principal

Esta pantalla se mostrará automáticamente una vez se haya iniciado sesión en la aplicación y, en ella se listarán los distintos tipos de cuestionario disponibles. Por defecto, se mostrarán los siguientes:

- **Seguimiento clínico:** Los cuestionarios de seguimiento clínico permiten evaluar la evolución de la enfermedad.
- **Adherencia:** Los cuestionarios de seguimiento de la adherencia permiten evaluar la adherencia del paciente al tratamiento, es decir, si éste sigue o no las pautas de medicación de forma correcta.

Al pulsar sobre uno de ellos, se mostrarán los cuestionarios disponibles asociados al tipo seleccionado.

En la esquina superior izquierda de la pantalla, se encuentra el icono de menú, en forma de 3 rayas horizontales.

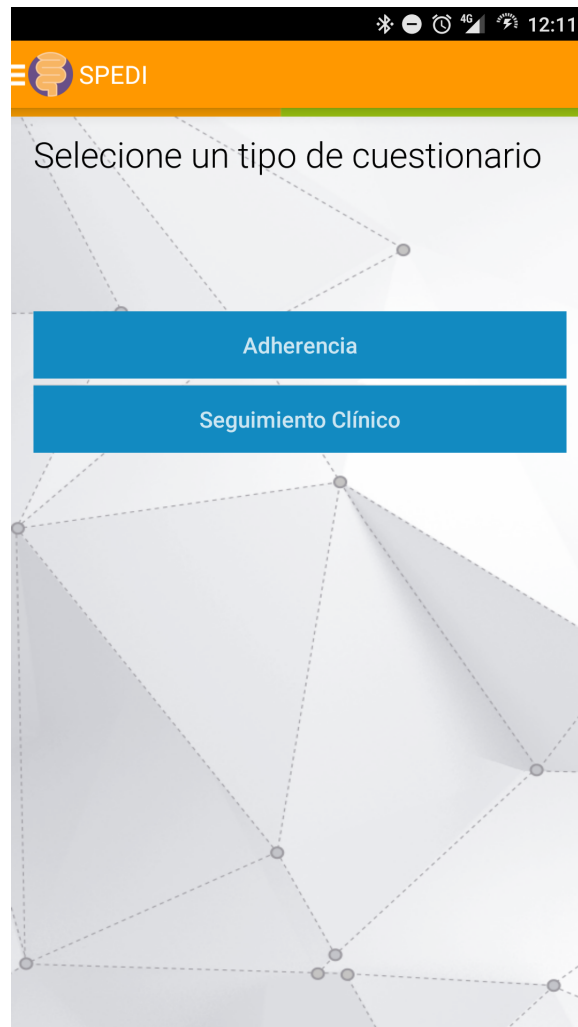


Figura C.2: Pantalla principal de la aplicación

C.4. Menú de opciones

Pulsando las tres rayas que se muestran en la parte superior izquierda de la pantalla principal, se accede al menú de opciones de la aplicación. En este menú se encuentran los siguientes elementos:

- **Ayuda:** En el menú de ayuda puede encontrarse información sobre la aplicación.

- **Cerrar sesión:** La opción de cierre de sesión permite a los usuarios cerrar sesión en la aplicación. Una vez seleccionada esta opción, será necesario volver a introducir los datos de inicio de sesión para utilizar la aplicación.

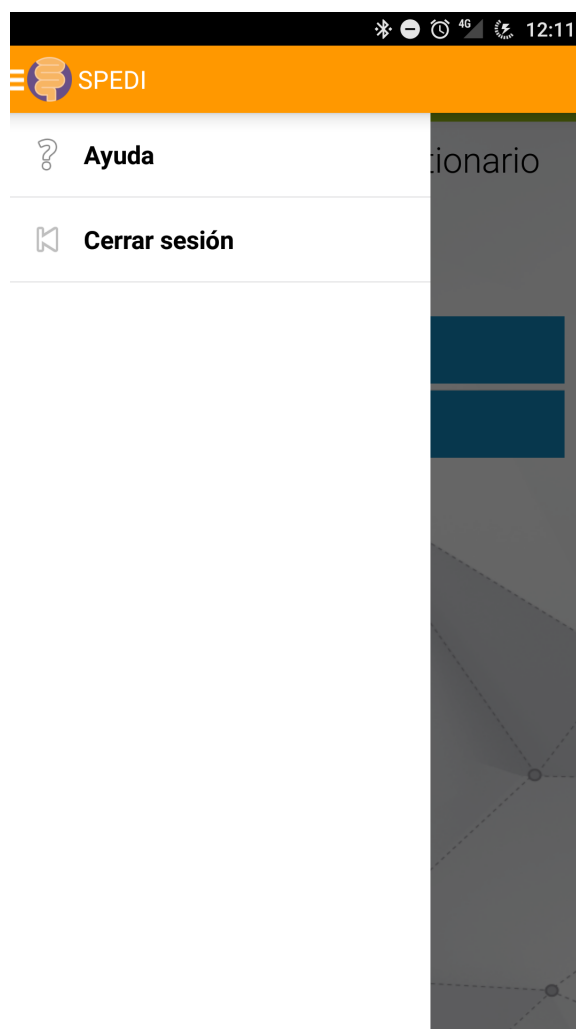


Figura C.3: Menú de opciones de la aplicación

Pulsando de nuevo el icono de menú, se cerrará el menú y se volverá a la pantalla principal.

C.5. Ayuda

En el menú de ayuda se encontrará una breve contextualización del propósito de la aplicación, así como información acerca del equipo de desarrollo.

En la parte superior derecha de la pantalla, se muestra un icono con forma de casa, que redirige a la pantalla principal de la aplicación.

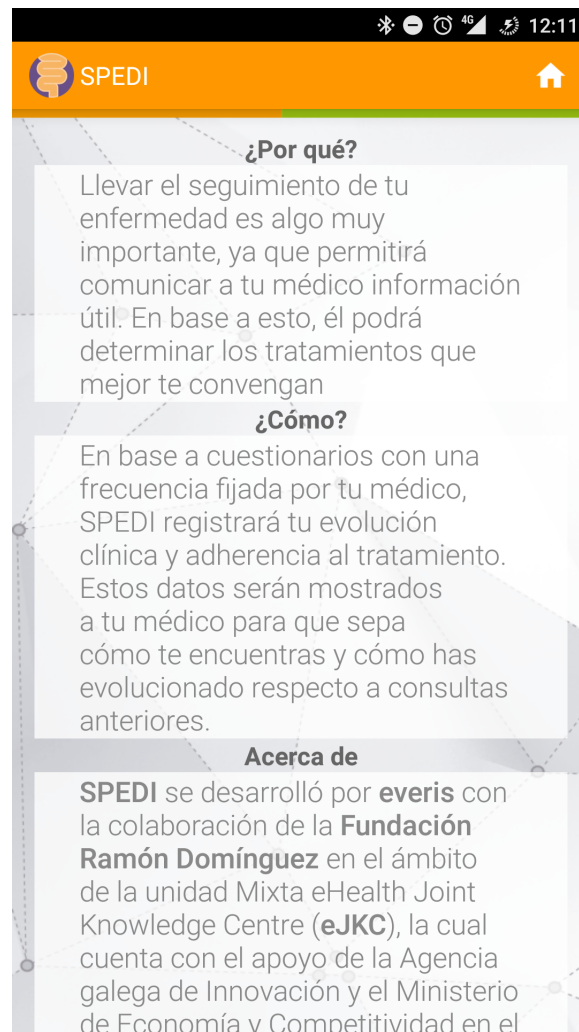


Figura C.4: Pantalla de ayuda

C.6. Selección de cuestionarios

Una vez seleccionado un tipo de cuestionario en la pantalla principal, se mostrará una nueva pantalla donde se listarán los cuestionarios disponibles. Para responder un cuestionario, basta con pulsar sobre su nombre para que se abra la pantalla de respuesta de cuestionarios.



Figura C.5: Selección de cuestionarios

C.7. Responder cuestionarios

En esta sección se explicará el procedimiento a seguir para responder a un cuestionario.

Los cuestionarios pueden tener tres tipos diferentes de preguntas:

1. **Respuesta única:** Las preguntas de respuesta única muestran al usuario varias opciones, de entre las que sólo podrá seleccionar una.
2. **Respuesta múltiple:** Las preguntas de respuesta múltiple muestran al usuario varias opciones, de entre las que podrá seleccionar tantas como desee, incluyendo la posibilidad de no seleccionar ninguna opción.

Número diario de deposiciones

1-3

4-6

7-9

Más de 9

< Anterior 1/6 Siguiente >

Figura C.6: Respuesta única

Manifestaciones extraintestinales

☐ Artralgia

☐ Uveitis

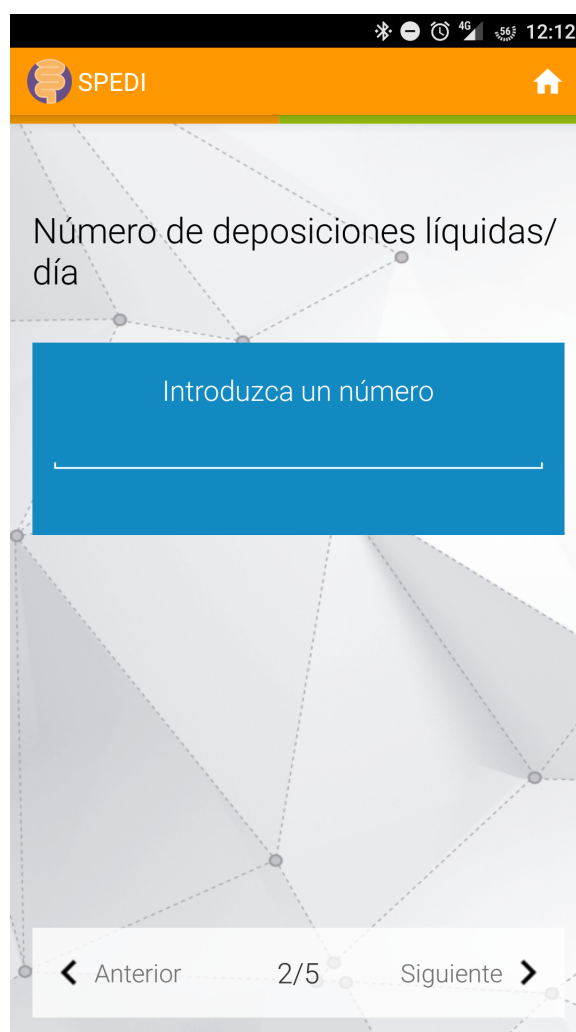
☐ Eritema nodoso

☐ Aftas

< Anterior 6/6 Siguiente >

Figura C.7: Respuesta múltiple

3. **Respuesta numérica:** Las preguntas de respuesta numérica no muestran opciones al usuario, sino que cuentan con un campo de texto en las que éste deberá introducir un número a modo de respuesta.



The screenshot shows the SPEDI mobile application interface. At the top, there is an orange header bar with the SPEDI logo on the left and a home icon on the right. Below the header, the background features a light gray geometric pattern. The main content area displays the text "Número de deposiciones líquidas/ día" in a dark gray font. Below this text is a blue rectangular input field with the placeholder text "Introduzca un número" in white. At the bottom of the screen, there is a white navigation bar containing three elements: a left arrow followed by the word "Anterior", the text "2/5" in the center, and the word "Siguiente" followed by a right arrow.

Figura C.8: Respuesta numérica

En la parte inferior de la pantalla, se encuentran los botones de navegación, que permiten desplazarse entre las diferentes preguntas del cuestionario, ofreciendo la posibilidad de modificar las respuestas que se han dado a cada una de las preguntas. En la parte inferior central se muestra también un contador que indica la posición de la pregunta actual y el número de preguntas totales del cuestionario.

Una vez se hayan contestado todas las preguntas del cuestionario, se almacenarán sus resultados y se mostrará la puntuación alcanzada en el mismo. En esta pantalla, se mostrará también el botón *Finalizar*, que permitirá volver a la pantalla principal de la aplicación.

Una vez se haya respondido el cuestionario, desaparecerá de la pantalla de la sección de cuestionarios disponibles, y no volverá a aparecer hasta que pase el tiempo mínimo entre realizaciones del mismo. Este periodo será fijado por los

facultativos.

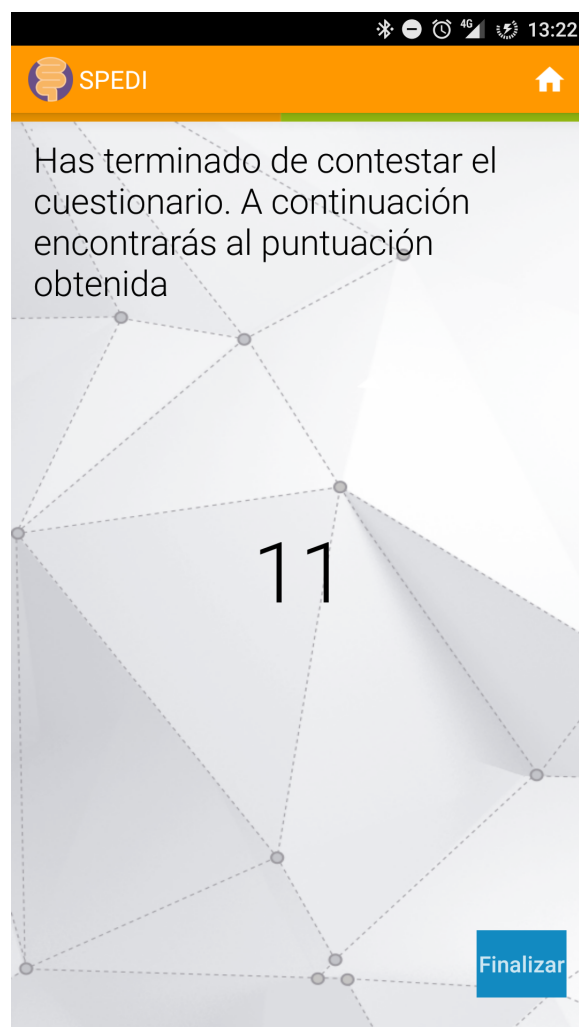


Figura C.9: Pantalla de puntuaciones

Apéndice D

Relación de documentos anexos

A continuación, se listará la documentación que se entregará como anexo a la presente memoria.

diagramas-sistema.mdj

Descripción: Diagramas de diseño del sistema.

Contenido:

- Diagrama de clases de la aplicación web
- Diagrama de clases de la aplicación móvil
- Diagrama de clases de los servicios
- Diagrama de clases de los servicios REST
- Diagrama de casos de uso
- Diagrama de secuencia del caso de uso Crear cuestionario
- Diagrama de secuencia del caso de uso Responder cuestionario

Software de visualización: Star UML. Disponible en <http://staruml.io/download>

diagramas-sistema.zip

Descripción: Diagramas de diseño del sistema exportados como imagen png.

Contenido:

- Diagrama de clases de la aplicación web
- Diagrama de clases de la aplicación móvil
- Diagrama de clases de los servicios

- Diagrama de clases de los servicios REST
- Diagrama de casos de uso
- Diagrama de secuencia del caso de uso Crear cuestionario
- Diagrama de secuencia del caso de uso Responder cuestionario

Software de visualización: 7-Zip. Disponible en <http://www.7-zip.org/download.html>, visor de imágenes convencional

diagrama-ER.mdj

Descripción: Diagrama Entidad-Relación del sistema.

Software de visualización: Star UML. Disponible en <http://staruml.io/download>

diagrama-ER.png

Descripción: Diagrama Entidad-Relación del sistema exportado en formato png.

Software de visualización: 7-Zip. Disponible en <http://www.7-zip.org/download.html>, visor de imágenes convencional

sistsepecc.zip

Descripción: Código fuente del servidor y la aplicación web comprimido en formato zip.

Software de visualización: 7-Zip. Disponible en <http://www.7-zip.org/download.html>, Eclipse Jee Luna. Disponible en <https://www.eclipse.org/downloads/packages/eclipse-ide-java-ee-developers/lunar>

sistsepecc-android.zip

Descripción: Código fuente de la aplicación Android comprimido en formato zip.

Software de visualización: 7-Zip. Disponible en <http://www.7-zip.org/download.html>, Android Studio 2.1. Disponible en <https://developer.android.com/studio/index.html>

spedi.apk

Descripción: Ejecutable de la aplicación Android.

Software de uso: Instalador de paquetes Android

sistsepecc-web_v.01.00.00.war

Descripción: Ejecutable de la aplicación web y el servidor.

Software de uso: Apache Tomcat 7.0.57. Disponible en <https://archive.apache.org/dist/tomcat/tomcat-7/v7.0.57/bin/>

spedi-sql_v.01.00.00.zip

Descripción: Archivo comprimido que contiene los scripts de creación e inserción de la base de datos.

Contenido:

- spedi-schema_v.01.00.00.sql
- spedi-data_v.01.00.00.sql

Software de visualización 7-Zip. Disponible en <http://www.7-zip.org/download.html>, lector convencional de texto plano

Software de uso: pgAdminIII. Disponible en <https://www.postgresql.org/ftp/pgadmin3/>

Bibliografía

- [1] A. Torrejón, N. Borrueal. *Todo lo que necesitas saber. Colitis ulcerosa*. Consultado por última vez el 28 de junio de 2016. Disponible en <http://www.ua-cc.org/phocadownloadpap/colitis-ulcerosa.pdf>
- [2] Confederación ACCU Crohn y Colitis Ulcerosa. El perfil de paciente. Consultado por última vez el 28 de junio de 2016. Disponible en <https://accu-esp.com/crohn-y-colitis/la-enfermedad/el-perfil-del-paciente>
- [3] A Echarri y L. Fuster. *¿Qué son y para qué sirven los cuestionarios de autocontrol?* Consultado por última vez el 28 de junio de 2016. Disponible en <http://www.educainflamatoria.com/que-son-y-para-que-sirven>
- [4] R. Walmsley, R. Ayres, R. Pounder and R. Allan. *A simple clinical colitis activity index*. Versión 43, 1998. Consultado por última vez el 28 de junio de 2016. Disponible en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1727189/>
- [5] I. Marín-Jiménez, X. Cortés, P. Nos, E. Domènech, S. Riestra, E. Iglesias, J.M. Huguet, C. Taxonera, J.P. Gisbert, R. Fernández, X. Calvet, D. Carpio, A. Gutiérrez, J. Guardiola, L. Castro, B. Sicilia, L. Bujanda, L. Cea-Calvo, O. Rincón, C. Romero, B. Juliá, J. Panés. *P261 Diagnostic performance of the Simple Clinical Colitis Activity Index (SCCAI) in Ulcerative Colitis (UC) self-administered by the patient at home through an on-line platform compared with the onsite evaluation by a gastroenterologist. CRONICA-UC study*. Consultado por última vez el 28 de junio de 2016. Disponible en <https://www.ecco-ibd.eu/index.php/publications/congress-abstract-s/abstracts-2015/item/p261-diagnostic-performance-of-the-simple-clinical-colitis-activity-index-sccai-in-ulcerative-colitis-uc-self-administered-by-the-patient-at-home-through-an-on-line-platform-compared-with-the-onsite-evaluation-by-a-gastroenterologist-cronica-uc-study.html>
- [6] Department of Medical Psychology, Academic Medical Center, Amsterdam, The Netherlands. *The patient simple clinical colitis activity index (P-SCCAI) can detect ulcerative colitis (UC) disease activity in remission: a*

- comparison of the P-SCCAI with clinician-based SCCAI and biological markers*. Consultado por última vez el 28 de junio de 2016. Disponible en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23269224>
- [7] A. Torrejón, I. Castells, N. Borruel. *Todo lo que necesitas saber. Enfermedad de Crohn*. Consultado por última vez el 28 de junio de 2016. Disponible en <http://www.ua-cc.org/es/descargas/category/4-enfermedad-de-crohn?download=1:ayudas-visuales-enfermedad-de-crohn>
- [8] *Harvey-Bradshaw Index (HBI) — A simple index of Crohn's disease activity*. Consultado por última vez el 28 de junio de 2016. Disponible en http://www.janssenmedicalinformation.ca/assets/pdf/HarveyBradshaw_English.pdf
- [9] CBC News. *New mobile app for Crohn's, colitis patients*. Consultado por última vez el 28 de junio de 2016. Disponible en <http://www.cbc.ca/news/health/new-mobile-app-for-crohn-s-colitis-patients-1.102229>
- [10] Wellapps. *GI Monitor. Symptom logging for IBD*. Consultado por última vez el 28 de junio de 2016. Disponible en <http://www.wellapps.com/products/gimonitor>
- [11] G. Suryanarayana, G. Samarthiyam, T. Sharma, *Refactoring for Software Design Smells: managing Technical Debt*, 1ª edición, Morgan Kauffman, Massachusetts, 2014.
- [12] Desarrollo iterativo e incremental (<https://proyectosagiles.org/desarrollo-iterativo-incremental/>) Consultado por última vez el 23 de mayo de 2016.
- [13] Manifiesto por el Desarrollo Ágil de Software. Consultado por última vez el 1 de julio de 2016. Disponible en <http://www.agilemanifesto.org/iso/es/>
- [14] What is a Gantt chart? Consultado por última vez el 6 de julio de 2016. Disponible en [What is a Gantt chart?](#)
- [15] Project Management Institute. Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (PMBOK)
- [16] Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal. Consultado por última vez el 1 de julio de 2016. Disponible en <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1999-23750>
- [17] Model-View-Controller. Consultado por última vez el 29 de junio de 2016. Disponible en <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/ff649643.aspx>

- [18] Patrón DTO. Consultado por última vez el 29 de junio de 2016. Disponible en <http://martinfowler.com/eaCatalog/dataTransferObject.html>
- [19] Patrón DAO. Consultado por última vez el 29 de junio de 2016. Disponible en <http://www.oracle.com/technetwork/java/dataaccessobject-138824.html>
- [20] 10 Usability Heuristics for User Interface Design. Consultado por última vez el 6 de julio de 2016. Disponible en <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>

Glosario

EDT Esquema de Descomposición de Tareas. 29, 164

EII Enfermedad Inflamatoria Intestinal. IX, 3, 164

producto de trabajo Ficheros de código fuente, configuración dentro del entorno de desarrollo, así como todos los archivos que componen la documentación del proyecto. 164

prototipo horizontal Forma de prototipo que exhibe un amplio espectro de las características del producto, pero sin el respaldo de una funcionalidad relativamente amplia. Los prototipos horizontales se utilizan con frecuencia para evaluar las preferencias de los usuarios respecto de las interfaces de usuario, cuando las funciones reales operativas aún no han sido implementadas. Tales prototipos permiten una evaluación del diseño de la interfaz, así como la ubicación y accesibilidad de determinados aspectos y características, sin requerir el funcionamiento real de las funciones que representan.. 103, 164

SVN Subversion. 27, 164